

# Plant genetic resources and food security in West and Central Africa

*Regional Conference, 26-30 April 2004*

**R. Vodouhe, K. Atta-Krah, G.E. Achigan-Dako, O. Eyog-Matig  
and H. Avohou, editors**



# **Plant genetic resources and food security in** West and Central Africa

*Regional Conference, 26-30 April 2004*

**R. Vodouhe, K. Atta-Krah, G.E. Achigan-Dako, O. Eyog-Matig  
and H. Avohou, editors**

**Bioversity International** is an independent international scientific organization that seeks to improve the well-being of present and future generations of people by enhancing conservation and the deployment of agricultural biodiversity on farms and in forests. It is one of 15 centres supported by the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), an association of public and private members who support efforts to mobilize cutting-edge science to reduce hunger and poverty, improve human nutrition and health, and protect the environment. Bioversity has its headquarters in Maccaresse, near Rome, Italy, with offices in more than 20 other countries worldwide. The Institute operates through four programmes: Diversity for Livelihoods, Understanding and Managing Biodiversity, Global Partnerships, and Commodities for Livelihoods.

The international status of Bioversity is conferred under an Establishment Agreement which, by January 2007, had been signed by the Governments of Algeria, Australia, Belgium, Benin, Bolivia, Brazil, Burkina Faso, Cameroon, Chile, China, Congo, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Ecuador, Egypt, Greece, Guinea, Hungary, India, Indonesia, Iran, Israel, Italy, Jordan, Kenya, Malaysia, Mali, Mauritania, Morocco, Norway, Pakistan, Panama, Peru, Poland, Portugal, Romania, Russia, Senegal, Slovakia, Sudan, Switzerland, Syria, Tunisia, Turkey, Uganda and Ukraine.

Financial support for Bioversity's research is provided by more than 150 donors, including governments, private foundations and international organizations. For details of donors and research activities please see Bioversity's Annual Reports, which are available in printed form on request from [bioversity-publications@cgiar.org](mailto:bioversity-publications@cgiar.org) or from Bioversity's Web site ([www.bioversityinternational.org](http://www.bioversityinternational.org)).

The geographical designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of Bioversity or the CGIAR concerning the legal status of any country, territory, city or area or its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Similarly, the views expressed are those of the authors and do not necessarily reflect the views of these organizations.

Mention of a proprietary name does not constitute endorsement of the product and is given only for information.

**Citation:**

Vodouhe SR, Atta-Krah K, Achigan-Dako GE, Eyog-Matig O and Avohou H, editors. 2007. Plant Genetic Resources and Food Security in West and Central Africa. Regional Conference, 26-30 April 2004. Bioversity International, Rome, Italy.

ISBN 978-92-9043-750-5

Bioversity International  
Via dei Tre Denari, 472/a  
00057 Maccaresse  
Rome, Italy

© Bioversity International, 2007

## Contents

Acknowledgements.....	vii
Acronyms and abbreviations.....	viii
Executive summary.....	1
Introduction.....	11
<i>In situ</i> conservation and traditional knowledge—crop species.....	13
Gestion du germoplasme des légumes-feuilles traditionnels de type africain au Sénégal.....	13
<i>M. Diouf, M. Gueye, B. Faye, O. Dieme, C. Lo, D. Gningue, C.O. Ba, T.B. Ba, Y. Niang, D.M. Ba,         A. Tamba, A.A. Mbaye, C.A. Fall</i>	
Acha (fonio) genetic diversity, distribution and conservation in Nigeria.....	18
<i>E.H. Kwon-Ndung, A.A. Ochigbo</i>	
Gestion <i>in situ</i> de l'agrobiodiversité: Le modèle de conservation endogène de l'igname au Bénin.....	25
<i>M.N. Baco, J-L. Lescure, S. Tostain, J-L. Pham, A. Ahanchédé, A. Dansi, P. Glèlè-Adihou,         O. Dainou, R.S. Vodouhe</i>	
Conservation of landraces by local communities: Methodological lessons from the PLEC experience in Ghana.....	38
<i>Edwin A. Gyasi</i>	
<i>In situ</i> conservation and traditional knowledge—forest and agroforestry species.....	44
Etude de la diversité génétique de <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth.: Implications pour la conservation des ressources génétiques.....	44
<i>S. Sibidou, H.I. Joly, L.J.G. van der Maesen</i>	
Minimally-invasive reforestation as a model for <i>in situ</i> and <i>ex situ</i> plant conservation.....	53
<i>J.O. Faluyi, A. Adebawale</i>	
Diversité biologique des espèces végétales endémiques cultivées dans cinq localités de la zone sahélienne du Burkina Faso.....	59
<i>I. Drabo</i>	
Connaissances ethnobotaniques et valorisation du baobab ( <i>Adansonia     digitata</i> ) pour la sécurité alimentaire des populations rurales au Bénin.....	66
<i>A.E. Assogbadjo, J.T. C. Codjia, B. Sinsin, P. Van Damme</i>	
<i>Ex situ</i> conservation and genetic enhancement.....	78
Progress on the conservation of fluted pumpkin ( <i>Telfairia occidentalis</i> ) germplasm.....	78
<i>S.A. Ajayi, P. Berjak, J.I. Kioko, M.E. Dullo, R.S. Vodouhe</i>	
Conservation status of <i>Telfairia</i> spp. in sub-Saharan Africa.....	89
<i>S.A. Ajayi, M.E. Dullo, R.S. Vodouhe, P. Berjak, J.I. Kioko</i>	
Use of core and mini core collections in preservation and utilization of genetic resources in crop improvement.....	96
<i>H.D. Upadhyaya, C.L.L. Gowda, R.P.S. Pundir, B.R. Ntare</i>	



Initial evaluation of <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq. Benth) provenances from West African countries .....	108
<i>P.I. Oni</i>	
Morphological characterization of frafra potato ( <i>Solenostemon rotundifolius</i> ) germplasm from the savannah regions of Ghana.....	116
<i>M.O. Opoku-Agyeman, S.O. Bennett-Lartey, R.S. Vodouhe, C. Osei, E. Quarcoo, S.K Boateng, E.A. Osekere</i>	
<i>In vitro</i> germplasm management at the Department of Botany, University of Ghana, Legon .....	124
<i>E. Acheampong, M.D. Quain, B. Asante</i>	
Genetic resources multiplication and utilization.....	129
Germplasm conservation and its impact on crop improvement in Nigeria.....	129
<i>M. N. Ishaq, A.C. Wada, A.A. Ochigbo, O.A. Falusi</i>	
Empowering farmers for seed multiplication and distribution in West Africa.....	135
<i>N.G. Maroya, W. Bertenbreiter, E. Asiedu, A.O. Sanni</i>	
Utilisation et stratégies de conservation de <i>Moringa oleifera</i> Lam (nebedaay en oulof) un légume feuille d'avenir au Sénégal .....	143
<i>M. Diouf, M. Gueye, B. Faye, O. Dieme, C. Lo, D. Gningue, C.O. Ba, T. Ba, Y. Niang, Ba. M. Diao, A. Tamba, A.A. Mbaye</i>	
Rural livelihoods: Conservation, management and use of genetic resources of indigenous trees	
ICRAF's experiences and perspectives in West and Central Africa .....	152
<i>Z. Tchoundjeu, P. Mbile, E. Asaah, A. Degrande, P. Anegbeh, C. Facheux, A. Tsobeng, T. Sado, C. Mboosso, A. Atangana, M.L. Mpeck, M.L. Avana, D. Tita</i>	
The Desert Margins Program: Elements of agro-biodiversity conservation and use in the desert margins of sub-Saharan Africa .....	164
<i>R. Tabo, S. Koala, H. Cheruiyot, M. Gandah, A. Soumare, I. Mharapara, A. Tamba, B. Kayombo, K. Kellner, S. Ouedraogo, B. Kruger</i>	
Rôle des ressources génétiques dans l'essor du secteur bananier plantain en Côte d'Ivoire .....	179
<i>S. Kouassi Koffi</i>	
Sustainable use of plant genetic resources for food security: The linkage between plant breeders and genebanks .....	193
<i>H.K. Adu-Dapaah, R. Akromah, L.M. Aboagye</i>	
Production de semences forestières et participation des populations rurales: Un partenariat pour une gestion durable des sources de semences .....	200
<i>D. Poda, B. Belem, A. Nikiema</i>	
Gestion de l'aire protégée de Baban Rafi par les communautés rurales locales: Un exemple d'autogestion .....	205
<i>M. Gandah, B. Danjimo, A. Toudjani</i>	
Le fonio: Un regain d'intérêt en Afrique de l'ouest .....	213
<i>T.A. Diallo</i>	
Fonio: A treasure for West Africa.....	219
<i>R.S. Vodouhe, G.E. Achigan Dako, A. Dansi, H. Adoukonou-Sagbadja</i>	
Les ressources phytogénétiques: Exploitation et conservation au Niger .....	223
<i>B. Danjimo</i>	

<i>Dioscorea liebrechtsiana</i> de Wild, un légume de cueillette de grande importance au Congo .....	234
<i>J. Mabanza, J.C. Mambou</i>	
Conservation des ressources génétiques forestières: Quels rôles pour les Centres de Semences Forestières en Afrique de l'Ouest et du Centre .....	238
<i>M. Ouédraogo, S. Sina</i>	
Foires de semences et champs de diversité comme stratégies de conservation, gestion et utilisation durable des ressources phytogénétiques .....	247
<i>A. Sidibe</i>	
IRD and plant genetic resources activities in West Africa .....	263
<i>J-L Pham1, G. Bezançon</i>	
Policy and legislation issues.....	267
Development of national legislation on conservation, access and benefit sharing of genetic resources in Cameroon .....	267
<i>L. Nfor</i>	
The Genetic Resources Policy Initiative (GRPI): Strengthening capacity to analyse national options .....	277
<i>J. Estrella, M. Halewood</i>	
National and regional plant genetic resources management.....	280
Overview study on national programmes in West and Central Africa .....	280
<i>R.S. Vodouhe, E. Achigan Dako</i>	
Les ressources phytogenetiques pour l'alimentation et l'agriculture au Benin .....	286
<i>D. Aly</i>	
National Plant Genetic Resources Programmes in West and Central Africa: Ghana case .....	296
<i>S.O. Bennett-Lartey</i>	
National Centre for Genetic Resources and Biotechnology, Ibadan, Nigeria .....	303
<i>M.B. Sarumi</i>	
Le programme national de conservation et gestion des ressources phytogénétiques au Senegal.....	314
<i>C. Alassane Fall</i>	
Regional collaboration.....	321
Networking on forest genetic resources in sub-Saharan Africa with special attention to Bioversity-SAFORGEN Programme .....	321
<i>O. Eyog-Matig</i>	
The Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWECA): Genesis, operations and opportunities .....	334
<i>R.S. Vodouhe, G.E. Achigan Dako</i>	
Abstracts of other presentations.....	347
Evaluation of genetic resources enhancement in some legume landraces in Ghana.....	347
<i>L.M. Aboagye</i>	

Biologie de reproduction de <i>Dialium guineense</i> Wild. (Caesalpinaceae) au Bénin .....	347
<i>V. Adjakidjè, E.B.K. Ewedjè, O. Eyog-Matig, C. Linsoussi, Achigan Dako</i>	
Biologie de reproduction de <i>Irvingia gabonensis</i> (Irvingiaceae) au Bénin .....	348
<i>V. Adjakidjè, E.B.K. Ewedjè, O. Eyog-Matig, C. Linsoussi, Achigan Dako</i>	
Biologie de reproduction de <i>Vitex doniana</i> Sweet (Verbenaceae) au Bénin .....	348
<i>V. Adjakidjè, E.B.K. Ewedjè, O. Eyog-Matig, C. Linsoussi, E. Achigan Dako</i>	
Agricultural biodiversity in the context of food security in sub-Saharan Africa .....	349
<i>K. Atta-Krah</i>	
Policy and legislation on plant genetic resources: Significance of the Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA) .....	349
<i>K. Atta-Krah, B. Fraleigh, M. Halewood</i>	
Conservation au champ du niébé et du fabirama au Burkina Faso .....	350
<i>D. Balma</i>	
Unlocking genetic diversity in West African cocoa germplasm .....	350
<i>R. Bhattacharjee, M. Kolesnikova-Allen, P. Aikpokpodion, S. Opoku, J-C. Motamayor, K. Badaru, Y. Adu-Ampomah, R. Schnell, I. Ingelbrecht</i>	
Problématique de développement des activités du programme ressources phytogénétiques en Guinée .....	351
<i>M.L.D. Doumbouya</i>	
Reaction of some African and Asian rice genetic resources material to <i>Sarocladium attenuatum</i> causing grain discoloration under tropical upland dryland conditions .....	352
<i>N.G. Ngala, M.O. Adeniji</i>	
The SADC Plant Genetic Resources Centre: Structure, elements of success and lessons learnt .....	352
<i>C.N. Nkhoma</i>	
The role of sucrose and mannitol in improving desiccation tolerance of <i>in vitro</i> -grown <i>Solenostemon rotundifolius</i> explants .....	353
<i>M.D. Quain, P. Berjak, E. Acheampong, J. Kioko</i>	
Utilization of pearl millet ( <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Br. genetic resources: Use of adapted landrace in the development of hybrid for the Sahelian zone of West Africa .....	353
<i>S.B. Siaka</i>	
Effects of silica gel, sun drying and storage conditions on viability of Egusi seeds (Cucurbitaceae) .....	354
<i>R.S. Vodouhe, E. Achigan Dako, M.E. Dullo, A. Koukè</i>	
Reflection on regional collaboration in WCA: Workshop module and important plenary discussion .....	355
Conference declaration and communiqué .....	356
Annex: List of participants .....	359

## Acknowledgements

The Plant Genetic Resources Conference for West and Central Africa, organized under Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement (CORAF), was planned for about two years. Several donor agencies and investors were approached to provide financial support. However, funding and other issues kept the conference on hold for a while. Finally, the partner institutions organizing the event and some donors decided to co-fund it. The following institutions contributed financially to the workshop: the West and Central Africa Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD), Bioversity International, the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI), the West African Rice Development Association (WARDA), the International Crops Research Institute for Semi Arid Tropics (ICRISAT), the Desert Margins Programme (DMP), the World Agroforestry Centre (ICRAF), SWGRP, the Centre for Tropical Agriculture and Rural Cooperation (CTA), the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the Syngenta Foundation.

We are grateful to all those donors and co-convenors for their kind assistance and collaboration. Special thanks go to Elizabeth Obel-Lawson for scientific technical editing and coordination of the production of the conference proceedings.

### **The organizing committee**



## Acronyms and abbreviations

AFORNET	African Forestry Research Network
AFREA	Association of Forestry Research in Eastern Africa
AU	African Union
CBD	Convention on Biological Diversity
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CNRADA	Centre National de Recherche Agronomique et développement Agricole
CORAF	Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement
CTA	Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA)
DMP	Desert Margin Programme
ECOWAS	Economic Community of West African States
FAO	Food and Agriculture Organization
FARA	Forum for Agricultural Research in Africa
GCDT	Global Crop Diversity Trust
GEF	Global Environment Facility
GPA	Global Plan of Action
GRENEWCA	Genetic Resources Network for West and Central Africa
GRFA	Genetic Resources for Food and Agriculture
GRPI	Genetic Resources Policy Initiative
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
ICRAF	World Agroforestry Centre
ICRISAT	International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics
IER	Institut d'Economie Rurale
IGAD	Intergovernmental Authority on Development
IITA	International Institute of Tropical agriculture
IPGRI	International Plant Genetic Resources Institute
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
ITPGRFA	International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture
ITRAD	Institut Tchadien de Recherche Agricole pour le Développement
IUFRO	International Union of Forest Research Organization
NABDA	National Biotechnology Development Agency
NACGRAB	National Centre for Genetic Resources and Biotechnology
NCEs	Nodal Centres of Excellence
NCRI	National Cereals Research Institute
NUS	Neglected and underutilized species
PGRFA	Plant Genetic Resources for Food and Agriculture
SADC	Southern Africa Development Community
SAFORGEN	Sub-Saharan Africa Forest Genetic Resources Programme
SGRP	System-Wide Genetic Resources Programme
SPGRC	Southern Africa Development Cooperation (SADC) Plant Genetic Resources Centre
STRC	Scientific, Technical and Research Commission
TRIPS	Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights
WARDA	West Africa Rice Development Association
WECARD	West and Central African Council for Agricultural Research and Development
WIPO	World Intellectual Property Organization

## Executive summary

### Introduction

The Regional Conference on Plant Genetic Resources and Food Security in West and Central Africa was held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria from 26 to 30 April 2004. Ninety-five scientists and agricultural research managers from 13 countries and 18 institutions and organizations attended the conference that was organized under the auspices of Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement (CORAF). It took about two years to organize it. Partner institutions including the Conference of Directors for Agronomic Research in West and Central Africa (CORAF), Bioversity International, the International Institute of Topical Agriculture (IITA), Food and Agriculture Organization (FAO), the West Africa Rice Development Association (WARDA), the International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT), the Desert Margin Programme (DMP), the World Agroforestry Centre (ICRAF), the System-Wide Genetic Resources Programme (SGRP) and the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI) co-funded and organized the conference assisted by the Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA) and Syngenta. The main outcomes from the deliberations are presented in this synthesis report.

### Goal

The main goal of the conference was to provide a forum for assessing the state of plant genetic resources (PGR) conservation and management in West and Central Africa (WCA), and to explore methods of strengthening regional collaboration.

### Specific objectives

The specific objectives were:

- To assess the state of, and mechanisms for, management and sustainable use of plant genetic resources in WCA countries;
- To enhance awareness on new global and regional plant genetic resources (PGR) developments and policy frameworks;
- To establish mechanisms and strategies for promotion of collaboration and coordination at regional and country levels on PGR conservation, management and policies in the sub-region.

### Opening ceremony

The Executive Secretary of Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement / the West and Central Africa Council for Agricultural Research and Development (CORAF/ WECARD), Dr P. Sereme, chaired the session. In the opening remarks, he stressed the importance and growing significance of genetic resources as a cornerstone for agriculture, environment and health. Dr Sereme further indicated that this fact has been well recognized in CORAF's strategic plan, and he challenged the conference participants to propose recommendations that will guide future work on plant and other genetic resources in the sub-region.

Dr S. F. Blade, representing Dr P. Hartmann, the Director-General of IITA, gave the welcome address. Dr Blade welcomed participants to the conference and outlined the importance of plant genetic resources for crop improvement, food security and poverty alleviation worldwide and in sub-Saharan Africa (SSA). Dr B. Ntare of the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), and member of the organizing committee, presented the purpose, expectations and programme of the conference. On behalf of the Hon. Minister of Science and Technology, Professor C. Omaliko, Director of the National Biotechnology Development Agency (NABDA), welcomed the participants to Nigeria and wished them successful deliberations. Dr R. Mani, representing the Hon. Minister of Agriculture and Rural Development, hinted that Nigeria is a major stakeholder in PGR conservation and use, and is

signatory to the Convention on Biological Diversity (CBD) and member of the Commission on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (PGRFA) of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Dr K. Atta-Krah, Regional Director, Bioversity, rounded up the ceremony with a presentation on agricultural biodiversity in the context of food security in Africa. He gave a global picture of the problems of food insecurity and the speed at which genetic resources are being lost in SSA. He emphasised that agricultural biodiversity is about people, survival and livelihoods.

After the opening ceremony, the participants adopted the agenda of the conference. The conference was structured into two main components: a conference and a workshop module. The conference module, lasting the first three days, focused on presentations on key aspects of genetic resources management and research, while the workshop module, on the fourth and fifth days, was designed to allow working group and plenary discussions on key elements for mapping the future direction of PGR management in the sub-region.

### **The conference module**

This component consisted of presentations of scientific papers and the organization of an information marketplace (an exhibition of posters, publications and products of genetic resources). Thirty three scientific and technical papers were presented in ten sessions. The presentations were followed by discussions where participants exchanged views and experiences on the issues raised in the papers. The papers and recommendations made after the presentations are published in the conference proceedings. Major issues and key comments and recommendations are presented in this synthesis report following the sessions' pattern.

### ***Global and regional (Africa-wide) initiatives in PGR conservation and use***

The regional and global initiatives in PGR conservation and use were discussed through five key presentations:

1. FAO Activities and Initiatives in Relation to the Plant Genetic Resources for Food and Agriculture by Dr B. Fraleigh
2. Global Crop Diversity Trust: A Foundation for Food Security (options for West and Central Africa) by J. Toll
3. Plant Germplasm Conservation and Use: Experiences of the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) centres in West and Central Africa by R. Guei
4. Potential of Biotechnology in Genetic Resources Conservation and Food Security: Regional and sub-Regional Initiatives by C. Omaliko and W. Alhassane
5. Desert Margin Programme: Elements of agro biodiversity conservation and use in the desert margins of sub-Saharan Africa by T. Ramadjita et al.

The various presenters from FAO, Global Crop Diversity Trust (GCDT), CGIAR centres, Desert Margin Programme (DMP) and Forum for Agricultural Research in Africa (FARA) shared with the participants, global and regional experiences on PGR management. They discussed germplasm conserved in CGIAR gene banks, and how they are made available to countries; methods and techniques used to build core and micro-core collections; and mechanisms of collaboration with national plant genetic resources programmes. Fund allocation strategies for the GCDT Trust were presented, highlighting how the fund gives priority to *ex situ* gene banks.

After fruitful deliberations, the participants recommended that continuous and fair collaboration is maintained among all national, regional and international players for the conservation and sustainable use of the genetic resources, and that appropriate and economical complementary conservation strategies are developed and supported for the benefit of small gene banks.

### ***The state of national programmes in genetic resources conservation and use***

In this session, five communications on experiences of national plant genetic resources programmes and case studies from Nigeria, Ghana, Benin and Senegal were presented. An overview study on national programmes in West and Central Africa was also presented and discussed.

A 'national programme' on genetic resources conservation and use was defined as a network of national institutions and resource persons engaged in conservation, enhancement and use of genetic resources. The partners in the system play specific and complementary roles. All the case studies indicated that a wealth of activities are undertaken in the countries but collaboration and coordination are weak, permitting duplication and inefficient use of limited resources. These countries lack specific legislation in PGR management. On-going efforts to equip the countries with appropriate legal frameworks are at different stages of development. Germplasm conservation facilities supported by seed health and physiology laboratories are in place in some countries (Ghana, Nigeria) but are lacking or are poor in others.

The conference recommended that efforts to assist national programmes be increased to:

- Develop national legislation in plant genetic resources;
- Elaborate national strategy and action plans on genetic resources;
- Join in the testing and implementing of the FAO Information Sharing Mechanism on plant genetic resources for food and agriculture. This is a required component on the implementation of the Global Plan of Action (GPA).
- Develop capacities in conservation and development of national resources.

### ***Networks and regional PGR programmes: Function, experiences, challenges***

This session focused on presentations by the Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWECA), the SADC Plant Genetic Resources Centre (SPGRC), the Nordic Gene Bank/Swedish Biodiversity Institute, Institut de recherche pour le développement (IRD), and key information on PGR initiatives undertaken by the German Technical Cooperation, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), African Union/Scientific, Technical and Research Commission (AU/STRC), CORAF/WECARD and FAO. While the Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWECA) provided information on support to national programmes in West and Central Africa (WCA) and challenges it faced, the Plant Genetic Resources Centre (PGRC) of the Southern Africa Development Community (SADC) shared its experiences as a successful model for regional collaboration and partnership based on strategic mainstreaming of gene bank management, information sharing, documentation, and capacity building. It was clear that sustained funding over a significant period of time was the key to successful PGR initiatives. The Regional Germplasm Conservation Project in Europe has now scaled-out to a programme-based operation, a significant achievement over project-based initiatives. Although IRD is involved in PGR, its priority is the use of plant materials for research and development and not the conservation of these materials in gene banks.

The key issues discussed were:

- Sub-regional organizations, such as CORAF/WECARD should lead the campaign to raise GRENEWECA's profile among national policy or decision makers for financial viability. There is a fundamental weakness in GRENEWECA's governance because to date, its general assembly has not met to endorse the rules governing the network.
- There is need to evaluate the GRENEWECA Network so that CORAF/WECARD can take appropriate measures to chart the way forward.
- Seed exchange between farmers works better in fragile ecosystems, such as in Niger, compared to areas where drought is less of a problem.
- The SADC regional gene bank is sometimes overwhelmed by the demanding reporting format and weak collaboration.
- Over-concentration on regional conservation capacity often creates a vacuum nationally.
- National PGR programmes with infrastructure should be supported.
- Because of the weakness in national capacities to address PGR issues, GRENEWECA focused on national capacity building. However, some research activities were carried out in some countries.
- Although GRENEWECA's mandate covers plant and animals, it is yet to initiate activities in animal genetic resources conservation and use.



- Any regional gene bank initiative should be preceded by a needs assessment exercise.
- Swedish Biodiversity Center's MSc support programme targets SADC and eastern Africa. The entry requirement is a first degree in biological or agricultural sciences.
- IRD may support national programmes' gene bank initiatives.
- CORAF/WECARD's perception about the role of the Economic Community of West African States/ Communauté Economique des Etats de l'Afrique Occidentale (ECOWAS/ CDEAO) as a regional organization with financial contribution from member states can influence regional agricultural research and development initiatives.

The recommendations in this session were related to the urgent need to:

- Develop regional conservation facilities to mitigate genetic loss incurred by national programmes. A concept of nodal centres of excellence (NCE) in genetic resources conservation for specific crops was proposed. An *ad hoc* committee was created to develop working documents to be submitted to CORAF for consideration.
- Adopt legal frameworks for GRENEWECA. The *ad hoc* committee would review the proposed constitution and the network's strategic plan.
- Put in place plans to secure funds for regional activities (experience in the SADC Plant Genetic Resources Centre (SPGRC) to be used as basis and guide).

### **Plant genetic resources and seed systems**

This session discussed seed systems. The following seven papers were presented:

- Germplasm conservation and its impact on crop improvement in Nigeria
- Progress on the conservation of the fluted pumpkin (*Telfaria occidentalis*) germplasm
- Role des ressources génétiques dans l'essor du secteur bananier en Cote d'Ivoire
- Use of core and mini core collections in preservation and utilization of genetic resources in crop improvement
- Collaboration and partnerships between gene banks and breeders: The case of genetic resources conservation and use in Ghana
- Empowering farmers for seed multiplication and distribution in West and Central Africa
- Gestion du germoplasme des légumes feuilles traditionnelles de type Africain au Sénégal.

The key issues discussed were:

- Targeting qualitative and quantitative traits for improvement at the National Crops Research Institute (NCRI), for example, oil content in sesame, aroma in Nerica rice, rust resistance in sugarcane. So far, 54 lines of various mandate crops have been developed.
- Uses of *Telfaria* – leaf concoction is used to control anaemia and root alkaloids can be used to control pests.
- The gap in plantain yields is due to intensive production techniques on-station and minimum inputs by farmers. There is also a problem of technology transfer (planting materials) to farmers.
- Groundnut rosette is a serious problem in Ghana and four promising lines have been identified. Technicians, farmers and scientists are involved with planning and executing on-farm trials, selection and participatory breeding and naming of varieties. On property rights – currently no legislation exists, but is in the process of being formulated by parliament.
- Participatory Rural Appraisal (PRA) methods and other participatory methods were used to document information on leafy vegetables. Constraints to production include availability of quality seeds, access to markets and easy perishability. Farmers also do not follow recommended methods or standards for fertilization.

The presentations highlighted the need to strengthen capacity in conservation for sustained supply of quality germplasm to improve crop production. The extent of distribution and use of ex situ collections has been reportedly low in all cases. Among the constraints listed, lack of characterization data, proper documentation and effective collaboration between institutes

figured prominently. Development of core and mini-core subsets offers a strategy to enhance use when the collections are large. However, availability of passport, characterization and evaluation data are prerequisites to developing core collections, thus emphasising the need to invest on characterization and evaluation of assembled germplasm. Sustainable use of genetic resources also involves linkages between organizations and institutes, and a wide range of stakeholders – from policy makers to scientists and farming communities. The private sector can play a significant role, especially in seed production and marketing. The elements of successful partnerships, the significance of farmer participatory approaches and role of community-based seed production systems in the absence of formal seed supply systems were brought to the fore in many presentations. The discussants also highlighted the importance of quality of seed or planting material available to farmers to sustain crop productivity.

Most presentations dealt with major crops but some covered under-utilized species that are important in food security. This highlights the need for more research on conservation and use of important neglected and underutilized species (NUS). Countries have not addressed property rights on products of farmer participatory methods adequately and there is need for appropriate legislation to ensure that farmers' contributions are appropriately recognized. Studies on *Telfairia* provide an example of the potential role of biotechnology to conserve problem species and offer the opportunity for young scientists in the region for advanced training. The presentation on plantain highlighting the gap in yield between on-station and farmer fields showed that whereas exploitation of genetic resources is key to improving crop productivity, the transfer of the developed technologies to farmers is equally important in improving livelihoods.

### **Exhibition of posters, publications and PGR products**

The information marketplace was an exhibition and poster session. Thirty technical posters were presented and displayed during the conference. Some of the posters addressed the following subjects:

- Conservation status of *Telfairia* spp. in sub-Saharan Africa
- Socio-economical, cultural and food importance of the baobab tree (*Adansonia digitata*) for the Otammari people in the Sudan zone of Benin
- Le nebedaay (*Moringa oleifera* LAM), un légume feuille traditionnel d'avenir au Sénégal: utilisation et stratégies de conservation
- Optimizing moisture content in oily seeds (egusi and groundnut) for medium-term conservation
- Unlocking genetic diversity in West African cocoa germplasm.

Awards were given to the three most outstanding posters, selected by the following criteria:

- Content and relevance of the poster to the conference theme. This should include indications of regional value and partnerships
- Layout, style and clarity of the poster.

Authors of the winning posters (from IITA, ICRAF and University of Abomey Calavi, Benin) were awarded a certificate signed by CORAF, Bioversity and IITA during the conference dinner.

Bioversity mounted a publications bazaar at the information marketplace. Several publications on policy and other aspects of PGR were available for distribution to the national partners.

### **Forest genetic resources and agroforestry**

The following papers were presented during the forest genetic resources and agroforestry session:

1. Farming livelihoods: conservation management and use of genetic resources of indigenous trees: ICRAF's experience and perspectives in West and Central Africa
2. Conservation of forest genetic resources: What role for tree seed centres in West and Central Africa?

3. Networking forest genetic resources in Africa: The case of the sub-Saharan Africa Forest Genetic Resources Programme (SAFORGEN) and other networks for West and Central Africa.

The first paper was on ICRAF's work on tree domestication in two countries in the humid zone of West and Central Africa (Cameroon and Nigeria). Using participatory approaches, the programme identified tree-species' growers and some rapid multiplication methods for species, such as *Irvingia gabonensis*, *Ricinodendron heudelotii* and some medicinal plants. The programme's activities led to the characterization of *Irvingia gabonensis* and contributed to reducing the time of fruition of the species from 20 years to less than six months.

The second paper discussed African ecosystems in West and Central Africa, where a loss of 3.5 million ha occur yearly. The populations of useful species disappeared because of the strong human pressures (clearings, bush fires, and so on) and unfavourable climatic conditions. The lack of reforestation is partly caused by the lack of knowledge in silviculture, reproductive biology and the structure of the genetic diversity of species. The objectives of the National Centre of Forest Seeds in Burkina Faso were to:

1. Guarantee the physiological quality of the forest seeds;
2. Develop the techniques of production of plants in the nursery.

These objectives evolved subsequently and the centre has taken care of collection and conservation of the forest genetic resources.

The third presenter gave an overview of forest genetic resources and emphasised the constant loss of some species in Africa. The presenter explained the genesis of SAFORGEN and indicated its main objectives as:

1. To reinforce the collaboration between the countries through the networks;
2. To promote the conservation and use of forest genetic resources;
3. To strengthen the capacities of the national institutions.

The key issues discussed were:

- The lack of information on the pattern of the genetic diversity of species, and the biology of seeds. There is a deficit in the circulation of information on forest genetic resources and the threats on them are real.
- The reports stated the difficulties that regional collaboration face and how working under a regional framework can be a solution to the problem. SAFORGEN, therefore, should create awareness about its activities in the various countries.
- Working with local people in conserving forest genetic resources is important and they should be encouraged to use nitrogen fixation species to improve soil fertility.

### ***On-farm/in situ conservation and community-based management of PGR***

During this session, the following four presentations: from Mali, Benin, Burkina Faso and Ghana were made:

- On-farm conservation of sorghum, millet and Bambara groundnut germplasm in Mali
- On-farm conservation of plant genetic diversity: Case study on yams in Benin
- On-farm conservation of cowpea and fabirama in Burkina Faso
- Experiences in conservation of landraces by local communities: the case of PLEC in Ghana.

The presentations highlighted factors that contribute to genetic diversity conservation and the role that women farmers play in conserving landraces and developing local conservation practices. Ecological, economic and socio-cultural factors can affect the conservation and management of genetic resources on-farm and the numbers of varieties of a given species may vary from one ethnic group to another. Some key examples of research observations are reported below:

- In some areas where the rainy season is short, the early yam varieties replaced the late producing varieties in response to the climatic conditions.

- Farmers' field diversity programmes and seed fairs in Mali and Burkina Faso allow farmers to exchange ideas and experiences with other groups including policy makers.
- Yam domestication in Benin, Ghana and Nigeria is a unique experience where farmers develop new varieties from wild species. The gene flow among wild and cultivated yam species needs in-depth studies for a better understanding of the structures and relationships among various yam species.

Participants of the workshop recommended that experiences from these studies should be extended to other countries in the sub-region because *in situ* conservation of genetic material in farmers' fields is an important component of biodiversity conservation. However, the farmers would actively participate in this strategy only when they find an immediate and concrete interest. It is, therefore, necessary to encourage conservation through complementary conservation methods that benefit farmers.

### **Policy and legislation aspects of genetic resources**

Policy and legislation in genetic resources was discussed through five presentations:

- Overview of the status of national legislation in sub-Saharan Africa
- Genetic resources issues in Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) and World Intellectual Property Organization (WIPO) in relation to property rights and benefit-sharing
- Policy and legislation on plant genetic resources: Significance of the Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA)
- Development of national legislation on genetic resources in Cameroon
- Genetic Resources Policy Initiative (GRPI): A global capacity building programme

In the first three papers, the presenters introduced the agreements, their complementarities and comparative strengths and weaknesses, and their potential to provide sustainable management, conservation and use of genetic resources. These agreements also deal with access, exchange and benefit-sharing in genetic resources. The presenters called for stronger national, regional and sub-regional efforts towards developing genetic resources policy, and partnerships between scientists and technicians, and government officials (policy makers).

The case study paper indicated that Cameroon has developed policy and legislation on conservation with sketchy provisions on access to genetic resources and benefit-sharing. These policies and legislation include the 1994 Forestry Law and the 1996 Framework Law on Environmental Management. The institutional framework and collaborative efforts in Cameroon are geared towards the elaboration of a comprehensive law on access and benefit-sharing (ABS) that considers public opinion, and includes criteria such as transparency, accountability, fairness and equity, and also values intellectual property rights of traditional knowledge and the rights of local people.

The last paper analysed the experiences of GRPI, a project that supports capacity building and participatory research to assist institutions and personnel that develop policies and laws affecting the conservation, use, management and control of Genetic Resources for Food and Agriculture (GRFA) in developing countries.

Activities are on-going in six pathfinder countries (Egypt, Ethiopia, Nepal, Peru, Vietnam and Zambia) where national work forces are analysing policies on access and benefit sharing, intellectual property rights, farmers' empowerment and the implications of using biotechnology, among others. GRPI is also conducting activities in WCA, East Africa and the Andes. GRPI, in collaboration with inter-governmental institutions and countries, will present a strategy to implement activities in the African sub-regions. The participants advocated that case studies be identified in some countries for implementing the activities.



## **Workshop module**

The workshop module of the conference was mainly structured to establish methods and strategies for promoting national and regional collaboration and coordination of activities on plant genetic resources conservation, management and policies in the sub-region. This component consisted of a series of working group sessions, and some plenary discussions. The first working group session focused on developing national programmes. During this session two groups focused on methods of strengthening country programmes on PGR, while a third group focused on forest and tree genetic resources.

The second round of working group sessions assessed sub-regional PGR management and guidelines. The objective of these sessions was to review networking in the context of GRENEWECA, and to agree on guidelines and plans (including work plan) for the future. There were two groups in this session: One focused on structure and organization, while the second group worked on the content and programmes for the sub-regional network.

The outcomes and recommendations of the various working group sessions are as follows.

### ***About national programme development***

A 'national PGR programme' embodies the totality of research and development programmes on the conservation, management and use of genetic resources in the country. It constitutes a network or programme of all stakeholder institutions on PGR and it calls for the identification of a common coordinating institution.

- It should coordinate development of a nationally recognized plan of action to collect, characterize, evaluate, conserve, document and use genetic resources in linking all stakeholders.
- The programme establishment should be based in institutions that are currently in the frontline on PGR activities.
- The national programme is an important country mechanism for coordinating PGR activities. It is, therefore, essential for these national programmes, with support of FAO, CORAF and Bioversity, to seek recognition and registration by government authorities and other institutions.
- On ownership by the stakeholders, the participants recognized that there are structures on the ground but they are ineffective because of lack of funds, transparency, joint priority setting, decentralization or shared responsibility, and monitoring or joint review of progress.
- The strategic plan of the PGR should consider other country action plans (the economic development, biodiversity plan, and so forth).

The assessment made on the state of national PGR programmes concluded that despite the supportive efforts by Bioversity, FAO and other organizations to national programmes, most of them are weak. Future efforts should be country-based and willingness to develop national PGR programmes that match the above criteria.

### ***About networking***

Based on various experiences presented in the plenary sessions where the major weaknesses of GRENEWECA network were highlighted based on country commitment, funding and ownership, the working group session suggested a governance structure (steering committee) composed of selected member countries and international partners that will chair the steering committee on a rotating basis. The working group recommended that GRENEWECA should strengthen its linkages with other networks and CORAF provides the network with the formal links to political sub-regional, regional and international organizations. Technically, because of the loss of important PGR (forest resources included), an inventory on the state of germplasm within country gene banks was one of the major assignments to GRENEWECA, which should request support from FAO (Global Plan of Action (GPA) mechanisms) and Bioversity technical

backstopping. The second major assignment was the development of proposals on conservation and sustainable use of PGR, with a special focus on indigenous forest species and NUS.

A third working group session focused on how the sub-region could be linked to and benefit from relevant global initiatives in PGR. The Global Crop Diversity Trust (GCDT) and the GRPI were analysed. Two working groups assessed these two initiatives and came up with mechanisms and a road map for linking the sub-region to the initiatives. These were incorporated into the workshop declaration and recommendations.

### **Major issues raised and key decisions**

In a major cross-cutting discussion during plenary, several fundamental issues were raised and discussed, and key decisions made for guiding operations into the future. The key conclusions from the discussions were:

1. It was recognised that some countries had made a lot of progress in establishing national programmes on PGR conservation and use. However, there was a general consensus that the state of gene banks and PGR programmes in the sub-region is weak, and that there should be significant priority action and urgent changes.
2. The capacity and likelihood of individual countries to solve the problem independently by establishing country gene banks and programmes was considered low. Only few countries in the sub-region were making major investments in this direction; there is need for intensified regional action and multi-country collaboration.
3. The concept of nodal centres of excellence (NCEs) for conservation and use of specific crop germplasm was proposed and adopted as the framework for regional collaboration. Such nodal centres can be established by strengthening specific country gene banks or PGR facilities to play regional roles and responsibilities. CGIAR gene banks in the sub-region were also identified for potential roles and responsibilities in conserving regional germplasm through black box systems.
4. An *ad hoc* committee was created with a mandate for updating the Regional Network Constitution and Strategic Plan and to prepare technical and legal working documents for establishing the NCEs for genetic resources in WCA.
5. The Global Crop Diversity Trust and the Genetic Resources Policy Initiative were to support the sub-region to advance the strengthening of PGR conservation, use and policy frameworks.
6. Given that CORAF has an overall responsibility for the sub region's agricultural development including the conservation and sustainable use of PGR, it was recommended that CORAF raises awareness of the countries' decision makers on the importance of genetic resources and requests for more support for its management. Assistance of Bioversity, FAO, other CGIAR centres and other centres with PGR operations in the sub-region is needed, for CORAF to achieve its mission.

### **Conclusion**

This conference gave a unique opportunity to scientists in WCA to assess the state of genetic resources conservation, management and use in the sub-region. They explored mechanisms for strengthening regional collaboration and discussed how these resources can be managed to solve food insecurity in the region. The national research institutes, under the framework of CORAF and the various CGIAR Centres (Bioversity, IITA, WARDA, ICRISAT) working in WCA, and FAO decided to work closely together for the benefit of genetic resources. Many initiatives are already being developed in the region and the conference emphasised the necessity to link all those initiatives and to ensure that the region is not left out in genetic resources conservation and use. The conference ended with a declaration and communiqué.



## Introduction

Plant genetic resources (PGR) are the most valuable resource to the world. The great diversity in agricultural crops provides the foundation on which farming improvements depend. This diversity is the source of traits to improve yield and quality, resist disease and adapt to climate change. Today's crop diversity ensures food security and the livelihood and quality of life for billions of people in present and future generations.

This crop diversity is, however, at risk because of over-exploitation, neglect and improper management. The situation is worsened by inadequate attention by several countries in the region to conservation and sustainable use of this important resource.

West Africa is a centre of diversity for a range of crops including African oil palm, African rice, Bambara groundnut, coffee, cowpea, millet, okra, yam, sorghum and watermelon. Most of these resources are endangered because of poor management and lack of conservation facilities and activities. Many varieties have disappeared, and others are threatened with extinction. The great potential that could come from sustainable exploitation of these genetic resources is not realized and the region is not obtaining the full benefits of the unique genetic resources.

In West and Central Africa (WCA), several countries have established PGR programmes as part of the national agricultural research framework. Some countries have national genebanks, where collections of plants of specific importance are conserved. Some genebanks struggle just to pay the electricity bills to refrigerate seeds.

Some crop commodity networks carry out work on conservation and use of PGR (for particular mandate crops). However, such work is usually not adequately coordinated across the region.

The Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) is a network established specifically to support the conservation and use of genetic resources in the region. This network that was established with funding from the African Development Bank (ADB) works under Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement/ the West and Central Africa Council for Agricultural Research and Development (CORAF/ WECARD) and is managed by Bioversity International.

Several international agricultural research centres of the CGIAR in the region — the International Institute for Tropical Agriculture (IITA), the International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT), the West Africa Rice Development Association", (WARDA), the World Agroforestry Centre (ICRAF), and Bioversity — are also involved in activities on conservation of PGR, working in partnership with various country national agricultural research systems (NARS) and regional networks. Some of these institutions also have their own genebanks, with collections that are held in trust for the international community.

With such conditions, (WCA) countries need to work together to develop a consolidated strategy on plant genetic resources conservation and use. The need for regional collaboration is important because most countries lack the capacity to develop independent working programmes to deal with conservation and use of their genetic resources. Regional collaboration may be the way forward, and this workshop was intended to move WCA in the right direction.

Conservation and use of genetic resources goes beyond gene banks. The need for complementary conservation methods requires interaction between *ex situ* conservation and *in situ* and on-farm conservation.

This workshop was necessary to bring together national scientists working directly on plant genetic resources conservation and management (such as genebank scientists) with agricultural scientists who are using genetic resources for agriculture (for example, breeders, biotechnologists, and so on).

Discussions during the workshop centred on the following questions:

- How best should genetic resources be managed in the region?
- Is there a need for establishing regional programmes in conservation of genetic resources?



- Is it feasible for all countries to aim at establishing national gene banks, or could regional mechanisms make this unnecessary?
- Do we need a regional gene bank for the sub-region?
- Are there opportunities for using international centres' gene bank facilities, such as those of IITA at Ibadan and ICRISAT in Niger for keeping regional and national collections?
- Are there opportunities for some country gene bank facilities to play regional roles?
- What instruments are needed for any of the options to function?

The main goal of the workshop was to provide a forum for assessing the state of PGR conservation and management in WCA, and exploring methods of strengthening regional collaboration in this regard. It was convened within the framework of CORAF/WECARD and organized by GRENEWCA, in partnership with Bioversity, IITA, the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI), WARDA, ICRISAT, the Desert Margins Programme (DMP), ICRAF, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB), Nigeria.

The workshop brought together three categories of partners:

- Research directors of NARS and regional institutions, with mandates for genetic resources conservation and use
- National and international scientists in agriculture and plant genetic resources conservation and use (for example, gene bank scientists, breeders, agronomists, biotechnologists, and so forth)
- Non-governmental organizations (NGOs) and community-based organizations (CBOs) working on the conservation and use of plant genetic resources on-farm and *in situ*.

The workshop was delivered through three main components:

- 1) The first component was devoted to presentation of scientific and technical papers on:
  - *In situ* conservation and traditional knowledge
  - *Ex situ* conservation and genetic enhancement
  - Genetic resources multiplication and utilization.
- 2) The second component focused on the policy and legislation instruments and conventions on plant genetic resources, such as the Convention on Biological Diversity (CBD), the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA), the Global Plan of Action (GPA), and GRPI.
- 3) The third component focused on developing a strategy for strengthening the collaboration and coordination in plant genetic resources conservation and use in the sub-region and was organized in working groups with recommendations on regional collaboration.

## Gestion du germoplasme des légumes-feuilles traditionnels de type africain au Sénégal

M. Diouf<sup>1</sup>, M. Gueye<sup>2</sup>, B. Faye<sup>1</sup>, O. Dieme<sup>3</sup>, C. Lo<sup>1</sup>, D. Gningue<sup>3</sup>, C.O. Ba<sup>1</sup>, T.B. Ba<sup>1</sup>, Y. Niang<sup>1</sup>, D.M. Ba<sup>1</sup>, A. Tamba<sup>1</sup>, A.A. Mbaye<sup>1</sup>, C.A. Fall<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

<sup>2</sup> Institut Fondamental d'Afrique Noire Cheikh Anta DIOP

<sup>3</sup> Institut de Technologie Alimentaire

<sup>4</sup> Institut Sénégalais de Recherches Agricoles - Unité de Recherches en culture *In vitro*

### Résumé

Avec le soutien financier de Bioversity, deux missions de collecte ont été effectuées à travers neuf régions du Sénégal. Deux enquêtes diagnostiques participatives ont été également organisées dans deux sites pilotes. Il ressort de ces études que près d'une quarantaine d'espèces sont consommées dont les plus populaires sont: bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.), amarante (*Amaranthus* spp.), niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) et nébéday (*Moringa oleifera* Lam.). La production des légumes feuilles est quasiment assurée par des femmes qui appliquent des itinéraires techniques de production peu améliorées sur de petites parcelles (environ 300 m<sup>2</sup>). Ces productrices semblent maîtriser l'aspect variétal mais sont confrontées à un problème d'approvisionnement en semences de qualité. Le revenu moyen mensuel généré par la production des feuilles est estimé à 30 000 F CFA et leur contribution dans le revenu des ménages peut atteindre 100%. Ces légumes feuilles sont utilisées dans plusieurs recettes culinaires et ont des vertus médicinales. Les activités de recherches en cours tendent à améliorer et pérenniser la production et l'utilisation des légumes feuilles. Par le développement et le transfert d'itinéraires techniques de production, la sélection de nouvelles variétés selon une approche participative et la mise au point de stratégies de gestion durable du germoplasme par la conservation *in situ*, *ex situ* et à travers l'utilisation.

### Introduction

La population sénégalaise a un taux de croissance annuel de 2,7% avec 54% des ménages vivant en dessous du seuil de la pauvreté défini comme étant la dépense nécessaire pour assurer une consommation de 2400 calories par jour (QUID 2001). Les spécialistes estiment qu'en 2015, 50 % de la population sénégalaise vivra en dessous de ce seuil. Les femmes et les enfants en milieu rural et en banlieue des grandes villes sont les plus touchés. Les légumes feuilles traditionnels bien adaptés à nos conditions agroécologiques, faciles à produire et nécessitant peu d'intrants restent une alternative à la portée de ces populations vulnérables. Ils donnent une plus grande production par unité de surface dans un délai relativement court par rapport aux céréales (Waston et al. 2002) et sont beaucoup plus riches en vitamines et sels minéraux que la plupart des légumes dits européens (Westphal et al. 1987).

Cependant, la disponibilité de cette production requiert l'accès à des semences de qualité en quantité et au moment opportun, en d'autres termes une meilleure gestion du germoplasme des espèces de légumes feuilles traditionnels. Pour ce faire, une collaboration étroite est nécessaire entre les paysans, gestionnaires depuis des millénaires de cette diversité biologique, et les chercheurs. Les espèces ciblées dans cette présente étude sont le bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.), le niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp., l'amarante (*Amaranthus* spp.) et le nébéday (*Moringa oleifera* Lam). Des études antérieures avaient révélées leur importance socio-économique au Sénégal (Diouf et al. 1999). Le présent article comprend une description de la méthodologie utilisée, une présentation des résultats sur la collecte, la production de feuilles des différentes

variétés et la taxonomie locale, la production et la conservation des semences, la commercialisation et les différents usages de ces espèces.

### **Méthodologie**

Afin d'évaluer la gestion paysanne du germoplasme des légumes feuilles traditionnels, deux missions de prospection ont été effectuées en saison sèche (juin 2002 et mars 2003) à travers sept régions du Sénégal. Un inventaire des accessions contenues dans les herbiers de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN) et du département de biologie végétale de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD), des rencontres avec les commerçants et tradithérapeutes et deux missions d'enquêtes socio-économiques dans deux villages pilotes ont été en outre effectués. Une équipe multidisciplinaire composée d'un socioéconomiste, un ethnobotaniste, un sélectionneur, un agronome et d'un technologue alimentaire a séjourné pendant 10 jours à l'intérieur du pays pour chacune des missions de collecte. Le guide de collecte de l'AVRDC (2002) a été adapté et utilisé comme support lors de chaque mission. Les missions et enquêtes socio-économiques ont menées l'équipe dans les villages de Keur Pathé Kane à Mboro et de Thiombly Sérère à Kaolack. Elles ont duré chacune 8 jours. La méthode accélérée de Recherche Participative (MARP) a été l'outil utilisé.

### **Résultats**

#### **Collecte et inventaire**

Lors des deux missions de prospection, 66 accessions ont été collectées dont 25 accessions de niébé, 11 accessions d'amarante, 26 accessions de bissap et 4 accessions de nébaday. Le nombre d'accessions recensées dans les herbiers de l'IFAN et de l'Université de Dakar (UCAD), s'élèvent à 101 dont 54 collectées au Sénégal (53 %) et 47 dans les pays de la sous-région (47%). Ces études ont révélées que *Moringa oleifera* et *Amaranthus viridis* sont les espèces les plus répandues au Sénégal et dans la sous-région. L'espèce de bissap (*Hibiscus sabdariffa*) est la plus répandue au Sénégal, ce qui vient confirmer les résultats de Diouf et al. (1999).

#### **Production**

Les dates de semis sont variables d'une localité à l'autre. La période la plus fréquente couvre octobre à décembre suivant les localités pour les trois espèces de légumes feuilles cultivées (bissap, niébé et amarante). Les semis se font en poquets de 2 à 4 graines pour le niébé, bissap 5 à 20 graines et une pincée par poquet pour l'amarante. La quantité de semences utilisée varie de 15 à 25 kg/ha, alors que la recherche préconise 4 à 8 kg par hectare de bissap (Beniest 1987). Les productrices sèment à la volée et rarement en lignes. L'écartement varie de 10 à 20 cm entre poquets et de 10 à 15 cm entre les lignes de poquets. Elles ne pratiquent pas le démariage des jeunes plants de niébé et d'amarante. Dans le cas du bissap, les jeunes plants issus du démariage sont destinés à la vente en bottes. Le démariage débute quatre semaines après semis et s'arrête avec le développement des branches secondaires.

La fertilisation organique est généralisée. Les bouses de vache, les crottins de mouton et de chèvre et la fiente de volaille sont les matières organiques les plus utilisées. Quant à la fertilisation minérale, 80 % des femmes utilisent le NPK (10-10-20) et l'urée. La superficie moyenne varie de 200 m<sup>2</sup> en saison sèche contre 300 m<sup>2</sup> en saison des pluies. Les légumes feuilles sont généralement produites sous irrigation. L'irrigation est manuelle avec des arrosoirs, seaux, bols, etc., ou à la raie. Un certain nombre de ces productrices font la culture sous pluviale. Les légumes feuilles sont plus abondants en saison des pluies. La production provient à la fois de la cueillette et des cultures. La production de feuilles de niébé est corrélée à l'abondance de la récolte de mil, les feuilles de niébé étant préférentiellement consommées avec le couscous de mil.

Les insectes et les ravageurs sont les principaux ennemis. Parmi les insectes, il y a principalement les chenilles et les piqueurs-suceurs. Les ravageurs sont les rongeurs et les sauteriaux. Les produits chimiques de synthèse sont utilisés pour contrôler les ennemis dans quelques localités et seulement en culture pure. Cependant certaines productrices ignorent les produits efficaces contre les ennemis de leur culture.

La date de la première récolte de feuilles de bissap, amarante ou niébé varie de 15 à 30 jours après semis. La durée de la production est de 3 à 12 mois. Les feuilles de bissap sont conservées à l'état frais durant deux à quatre jours en les entreposant dans un endroit frais. La méthode consiste à les laver, les égoutter et les conditionner dans un sac en jute humide. Les feuilles de nébéday et d'amarante se conservent à l'état sec. Dans leur majorité, les productrices ignorent leur rendement mais savent estimer leur revenu annuel.

Les contraintes de production les plus importantes sont la mauvaise qualité des semences, le fort taux de parasitisme, la non-maîtrise des pratiques culturales, des techniques de conservation et de transformation des feuilles, la méconnaissance des ennemis des cultures, des pesticides appropriés et le manque de formation à leur bonne utilisation.

### **Variétés et taxonomie locale**

Dans le matériel végétal cultivé, on distingue 4 variétés de bissap, 4 de niébé et 4 d'amarante. Les 4 variétés de bissap sont composées de 2 types verts, et 2 rouges. Pour le niébé nous avons un rouge, un blanc, un noir et un noir-blanc et l'amarante renferme un type vert à petites feuilles, un à grandes feuilles, un vert foncé et un type rouge.

Les caractères distinctifs utilisés pour identifier les variétés de bissap sont très variables et portent sur la couleur, la taille et la forme des feuilles ou rarement la couleur des graines. Les quatre variétés de bissap sont "Mame Diarra", "Bambara" ou "Blanc", "ordinaire" ou "Koor" et "Vimto". Les deux premières ont des feuilles et des calices verts et les deux dernières des nervures foliaires et des calices rouges. La variété "Mame Diarra" n'est pas lobée et/ou à lobes peu profonds. La variété "Blanche" ou "Bambara" a des feuilles tri à pentalobées, avec des lobes très profonds, atteignant parfois la base du limbe. Les deux variétés rouges sont "ordinaire" ou "Koor" et "Vimto". La variété "Koor" se caractérise par une pigmentation rouge et rouge pourpre pour la "Vimto". Comme légume-feuille, la variété dite "Mame Diarra" à larges feuilles est la plus prisée par les ethnies Wolof et Sérère. Elle est suivie de la "Blanche" et de la "Rouge". Toutefois, il semble que la variété rouge soit la préférée des Joolas.

Les productrices se réfèrent à la couleur des graines de niébé pour différencier les variétés. Elles arrivent à distinguer 4 variétés dans le matériel cultivé. Il s'agit des variétés à graines rouges, blanches, noirs et noirs-blanc. Cependant, celles à port érigé et à larges feuilles sont les plus préférées des consommateurs.

Quatre variétés ont été identifiées pour l'amarante suivant la couleur et la dimension des feuilles (2 vert, 1 vert foncé et 1 rouge). Les deux premières variétés de type vert se différencient par la taille des feuilles (1 à petites feuilles et 1 à grandes feuilles). Les variétés de type vert à larges feuilles sont les préférées des utilisateurs. Le matériel végétal cultivé (bissap, amarante et nébéday) est un mélange variétal. La nécessité d'une purification s'impose. Quant au *Moringa oleifera*, aucune distinction variétale n'a été rapportée aux cours de nos deux missions de prospection.

### **Production et conservation des semences**

La principale source d'approvisionnement en semences de bissap est le marché. Les commerçants de semences de bissap s'approvisionnent à partir de la production locale. Cette dernière se fait pendant la saison des pluies, principalement autour des champs de grandes cultures (mil, arachide, etc.). L'auto-production de semences d'amarante, niébé et de nébéday est assez répandue. Les productrices laissent une plante au hasard, sans aucune sélection, ni respect de la distance d'isolement. En générale, on note un réel problème d'approvisionnement en semences.

Les méthodes de conservation des semences restent traditionnelles. Les semences sont mises dans plusieurs types de contenants généralement sans addition de produits chimiques pour contrôler les parasites. Il s'agit de morceaux de tissus, toiles imperméables, bouteille avec du sable, fils métalliques, etc. Les fils métalliques contenant des semences et exposés au soleil constituent un moyen de conservation qui donne des résultats satisfaisants avec moins de pertes. Quelques productrices enrobent les semences de cendre végétale avant conservation.

D'autres ont tendance à attacher les gousses de niébé en bottes suspendus au toit de la case ou laisser les fruits mûrs sur l'arbre (nébéday) ou tout simplement enfouir les semences dans la parcelle en attendant la prochaine campagne. Des pertes importantes sont enregistrées uniquement lorsque la conservation dépasse une année. Mais en générale, les productrices utilisent les semences conservées pour une période comprise entre deux saisons de culture (3 à 6 mois).

En dépit des efforts de conservation traditionnelle des semences des légumes-feuilles par les productrices, un certain nombre de facteurs contribuent à la réduction de la diversité biologique de ces espèces. Ce sont:

- la non disponibilité de semences de qualité en quantité suffisante au moment opportun poussent certains producteurs à abandonner la culture;
- la préférence des producteurs pour certaines variétés provoquent la perte du germoplasme des autres variétés non cultivées;
- la présence de certains ravageurs poussent les producteurs à abandonner la culture de l'espèce;
- la corrélation de certains légumes à d'autres produits tels que bissap, poisson, niébé et mil.

A ces contraintes techniques, viennent s'ajouter certaines considérations socio-culturelles. Il nous a été rapporté dans des localités très distantes (Kaolack et Missira) que la présence de plus de 3 pieds de moringa dans une maison est source de malheurs dans la famille. Il en résulte une réduction du nombre de pieds et parfois la peur de planter le nébéday dans la maison.

### **Commercialisation**

La vente des semences est limitée à très peu de commerçants. Le prix du kilogramme varie entre 150 et 225 F CFA. Les feuilles sont vendues dans le village, au bord des champs, la ville la plus proche et les marchés hebdomadaires ou «Louma». Avec l'abondance des feuilles en saison des pluies, le prix moyen du kilogramme est de moitié inférieur à celui de la saison sèche. Le revenu moyen annuel tiré des feuilles varie de 25 000 F CFA dans les zones à forte autoconsommation à 300.000 FCFA dans les localités où la production et la commercialisation sont relativement plus importantes. La part des légumes feuilles dans le revenu des ménages varie en moyenne de 2 % à Thiombly durant l'unique saison de production (saison chaude et humide); 42 % en saison sèche à 48 % en saison chaude et humide à Mboro et parfois peut aller jusqu'à 100 %. Certaines productrices rapportent que «la culture du bissap est un moyen de lutte contre la pauvreté et elles ajoutent que c'est le grain de sel dans l'agriculture».

L'importance de certains légumes-feuilles comme le bissap dans la vie économique d'une localité comme Mboro est telle que lors de la grande rencontre religieuse annuelle de la confrérie Tidjania, le marabout rappelle aux fidèles de «Prier pour les femmes productrices de feuilles de bissap afin que la production de feuilles de bissap puisse prospérer». Le revenu tiré de la vente des feuilles de bissap permettent aux femmes d'assurer régulièrement leurs cotisations à la caisse du Dahira (association à caractère religieux). Dans la même localité, les femmes dans leur majorité contribuent énormément dans le ménage. Cette contribution peut aller jusqu'à 100 % si l'on se réfère à une des anecdotes «Une femme enceinte abandonnée par son mari parti à la recherche d'emploi a tenu pendant douze mois sa famille à partir de la vente de feuilles de bissap».

### **Différents usages des légumes feuilles**

Les légumes-feuilles traditionnels sont utilisés aussi bien dans l'alimentation que la médecine traditionnelle. Les recettes culinaires les plus populaires au Sénégal sont le "Tembeul" (feuilles entières plongées dans la sauce au moment de la cuisson et consommées avec le riz au poisson), le "Beugeuth" (feuilles de bissap cuites à la vapeur, assaisonnées et consommées avec le riz au poisson), les sauces à base de feuilles de nébéday, d'amarante et l'utilisation des calices de



bissap rouge dans les boissons. Les sauces à base de feuilles sont consommées bien concentrées sans distinction d'âge, de sexe, de religion et de statut social. Les ethnies qui ne consomment pas les sauces à base de légumes feuilles en général, ne savent pas les préparer. Les sauces à base de feuilles de bissap se consomment le plus souvent avec du riz au poisson. Celles à base de feuilles de manioc, de nébéday et de "mboro-mboro" sont consommées avec du riz blanc (riz cuit à l'eau sans assaisonnement) en milieu Joolas ou Mandingues ou du couscous en milieu Sérères. Le niveau de consommation de feuilles au Sénégal est d'environ huit grammes par personne et par jour et reste largement en dessous de celui de l'Afrique au Sud du Sahara (24 g/personne/jour)(Westphal et al. 1985).

Concernant les usages médicaux, les feuilles de bissap sont utilisées contre la fièvre, le rhume, le paludisme et ont un rôle à la fois appétissant et tonifiant. Les calices rouges mélangés avec du citron sont efficaces contre la fatigue, un mélange de calices rouges et de pain de singe permet d'arrêter les diarrhées. Les feuilles de niébé et les graines contribuent à lutter contre l'avitaminose. Les amandes de *Moringa oleifera* à raison de trois amandes par jour permettent de guérir le rhumatisme au bout de trois mois.

### Conclusion

L'importance des légumes feuilles a été mise en exergue lors nos différentes études. Ils peuvent contribuer jusqu'à 100 % dans le revenu de certains ménages, sont utilisés dans plusieurs recettes et ont des vertus médicinales. Il reste cependant que la production est limitée par un certain nombre de contraintes. Parmi ces dernières nous avons la non maîtrise des itinéraires techniques de production de feuilles et de semences, un mélange variétal et un déficit en semences de qualité en quantité et au moment opportun. Ce déficit est accentué par certaines considérations socioculturelles (ex. plus de trois pieds de *Moringa* dans une maison est source de malheurs dans la famille) qui tendent à réduire la diversité biologique. Il s'agira alors de former les productrices aux techniques de production (feuilles et semences) et spécialiser certaines dans la production de semences. Les recettes culinaires inventoriées seront améliorées et vulgarisées. De nouvelles recettes culinaires seront mises au point et consignées dans des documents de vulgarisation. Des documents de vulgarisation sur les différents acquis (itinéraires techniques de production, de feuilles et de semences, etc.) seront élaborés et traduits dans deux à trois langues nationales et diffusés.

### Références

- AVRDC. 2002. AVRDC-GRSU Collecting record sheet. AVRDC-ARP. Arusha, Tanzanie. 2 pp.
- Beniest J. (éd.). 1987. Guide pratique du maraîchage au Sénégal. CDH ISRA. Dakar Sénégal. 144 pp.
- Diouf M, Diop M, Lo C, Drame KA, Sene E, Ba CO, Gueye M, Faye B. 1999. Prospection de légumes feuilles traditionnels de type africain au Sénégal. pp. 111-150 in Biodiversity of traditional leafy vegetables in Africa (Chweya JA, Eyzaguirre P, eds.). International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) Rome, Italie.
- Fuglie LJ, Mane M. 1999. L'arbre de la vie. "*Moringa oleifera*": Traitement et prévention de la malnutrition. Church Word Services (CWS), Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest. Dakar, Sénégal. 71 pp.
- Questionnaire Unifié des Indicateurs de Développement (QUID) des Enquêtes Sénégalais Auprès des Ménages (ESAM-II) 2001. Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DRSP). 64 pp.
- Waston JW, Eyzaguirre PB. (eds.). 2002. Home gardens and *in situ* conservation of plant genetic resources in farming systems. Proceedings of the second International Home Gardens Workshop, 17-19 July 2001 Witzenhausen, Federal Republic of Germany. 184 pp.
- Westphal E, Embrechts J, Ferwaeda JD, Van Gils-Meeus HAE, Mustsaers HJW, Westphal-Stevens JMC. 1985. Les cultures potagères: Cultures vivrières tropicales avec référence spéciale au Cameroun. pp. 321-463.

## Acha (fonio) genetic diversity, distribution and conservation in Nigeria

E.H. Kwon-Ndung, A.A. Ochigbo

National Cereals Research Institute, Bida, Niger State

### Abstract

The germplasm of Fonio, commonly known as Acha in Nigeria, was first assembled at the National Cereals Research Institute (NCRI) in 1995. The crop is presently cultivated in six states of Nigeria and the Federal Capital Territory (FCT), Abuja. Production varies across locations and whether the plant is grown for subsistence or as a cash crop. Crop production is typically through traditional farmers' practices. Several landraces exist across locations and this is similar to the variations in genetic diversity across the production areas. There is unrecorded information of scientific replacement of primitive cultivars and wild species with genetically uniform varieties. Farmers, therefore, maintain a heterogeneous population of seed stock for many generations. It is possible that traditional conservation allowed co-existence of Acha with related cultivated species, and intercrossing has created or generated new variations. Scientific work has progressed significantly at NCRI since 1995 and germplasm management has led to a host of other research breakthroughs. These are discussed, taking account of the need to promote research and development of this native African food.

### Introduction

Acha (*Digitaria exilis* Kippis Stapf. and *Digitaria iburua* Kippis Stapf.) is known with other names such as fonio, findi, fundi, pom, kabuga, and so forth, in different West African countries. The crop has been described as the oldest West African cereal and of great value to the natives. Purseglove (1975) put its cultivation history dating back to 5000 BC. The centre of origin is around the central delta of the Niger and in neighbouring areas. The crop is grown on about 300 000 ha and annual production is estimated at about 100 000 tonnes (Anonymous 1995). The crop is rugged and grows on poor and even acidic soils with high aluminium content, that are toxic to other crops (Dogget 1986).

Two acha types or species are commonly recognized. The straggling and free-tillering annual of 30 to 5cm tall that has leaves which are linear to lanceolate and glabrous up to 15cm long is known as *Digitaria exilis*. The inflorescence of *D. exilis* is a terminal digitate panicle of 2-5 slender sessile racemes, up to 15cm long. The spikelets are 2-flowered elliptic – oblong and acute. The seeds are tiny and 1000 seed weight can just be 0.5g. The other species known as *Digitaria iburua* is erect but does not tiller well as *D. exilis*. It grows to a height of about 140cm at maturity. It has 2-11 sub digitate racemes up to 13cm long. The seeds of *D. iburua* spp. are slightly heavier than those of *D. exilis*, with 1000 seed weight of *D. iburua* weighing about 0.7–0.8g.

Acha, mainly grown for its tiny seed, is tasty and has high nutrition value. The grains have a high swelling capacity. Jideani (1990), reports that a family of seven to ten people will comfortably consume about 2kg of processed grain in major acha growing areas. The grains are rich in methionine, an essential amino acid vital in human health that is lacking in many major cereals. Diets from acha are consequently tolerated by diabetic patients (Temple and Bassa 1991). Mc Watters (2000) also described how food products from acha are preferred to those from other cereals. However, grain yields are usually low (200-1000kg/ha), but this could be changed through improved husbandry practices, evaluation and selection of superior genotypes or by other breeding methods.

### Acha research at NCRI

Acha research and development at the National Cereals Research Institute (NCRI) started in 1995 when 13 accessions collected from some parts of Plateau State were planted for the first time in Badeggi. The evaluation confirmed a positive adaptation in this ecology. Another

significant observation was the maturity period that differed among accessions. These results spurred the NCRI management to make a germplasm exploration and collection expedition from 8 to 24 November 1995 to Bauchi, Kaduna, Kebbi, Niger and Plateau states, and FCT, Abuja. The survey produced a collection base of 138 accessions (Kwon-Ndung et al. 1998). Similarly, 263 farmers from 160 villages of 27 local government areas were interviewed and farmer's traditional production practices have been reported (Kwon-Ndung et al. 2001).

The collections have been further evaluated at the NCRI research field station in adaptation studies that showed promising selections with encouraging yield performances. Other relevant studies that followed these selections were:

- Yield performance and evaluation trials
- Effect of sowing date on grain yield
- Weed control studies
- Effect of seed rates on weed growth and yield
- Effect of different rates of NPK and organomineral fertilizers on growth and yield
- Strip cropping effects on three leguminous crops in acha production.

The initiation of the NCRI/Bioversity project on promoting and developing acha germplasm management and post harvest technology in 2001 led to the execution of these projects:

- Germplasm collection, documentation and characterization
- Morphological characterization
- Identification of compatibility crossings following pollen fertility studies
- Biochemical studies.

Other useful studies in this project that have not been completed include the cytological and chromosomal analysis, genetic mapping and DNA fingerprinting. The Institute has identified critical research priority areas as:

- Multilocational trials of selected superior performing genotypes or landraces among all relevant collaborators in national agricultural research systems (NARs), universities and ADPs
- Evaluation of effective herbicides and other weed control measures
- Evaluation of the efficiency of patented fabricated acha processing machine by Eng. Yohanna Kwa from Plateau State
- Development of standard recipes for acha.

### **Genetic diversity**

Present day breeding relies so much on genetic variation in landraces, primitive cultivars and wild forms to produce well-adapted and high-yielding crop varieties. There are currently landraces of acha only in cultivation although there is a lot of genetic diversity for improving agronomic and quality characteristics. The potential of these improvements lie in a systematic germplasm collection, evaluation and management, and the generation of variable source population for breeding.

Acha shows a wide range of diversity among the two main edible species and the wild relatives. *D. exilis* and *D. iburua* species exhibit tremendous inter and intra species variability in their morphology, physiology and anatomy. The *D. exilis* at maturity has a height that ranges from 30 to 75 cms; while *D. iburua* can grow to a height of 140 cm. Maturity of both species varies between two and a half months to six months. Vegetative traits, such as germination percent, tiller numbers, number of branches, plant height and leaf area as well as seed-related traits, such as number of days to 50% booting, number of days to 50% panicle emergence, straw weight at harvest and grain yield have all shown high levels of variability in experimental studies (Table 1).

Seed colour, size and viability have been reported to vary across species. The grains of *D. exilis* and *D. iburua* range from pure white to fawn yellow or purplish. The spikelets of *D.*

Table 1: Evaluation of nine accessions of Acha at Badeggi Upland ecology in 2002

Accessions	Germination	Plant height (60DAP)	No. of tillers/pl (60DAP) <sup>1</sup>	No. of branches (60DAP) <sup>2</sup>	Leaf area (60DAP)	No. of days to booting	No. of branches 120DAP	Plant height 120DAP	Flag leaf Area 120DAP	No. of panicle emergence days to 50%	No. of tillers 120DAP	No. of days to maturity	Straw weight kg/ha	Grain yield kg/ha
Arasbang	65	34.6	3.3	15.27	5.68	81	40.4	72.67	4.07	0	94.67	124.33	1333.7	500
Chenesara	79	45.2	4.7	25.23	9.75	100.67	51.8	49.6	6.73	0	35	145	1292	251.4
Ebut	61	43.87	0	0	23.91	101.67	0	113.13	44.3	13.73	107.67	140	1138.7	665.3
Gongerandong	77	46.47	4.1	25.53	6.45	68.33	44.23	68.67	6.57	0	0	151.67	1236	212.6
Nibang	65	38.73	0	0	20.39	94.33	0	102.07	25.23	15.93	109.67	139.67	1333.3	794.4
Nipiya I	66	50.13	0	0	26.58	94.33	0	122.53	39.03	14	106.33	139	1639	1068
Nipiya II	81	44.73	0	0	25.28	93	0	118	34.47	15.33	103	135	1194.33	847.22
Npkwos	81	38.67	3.3	12.8	4.75	92.67	43.13	82.09	6.57	0	104.67	127	1417	275
Tsala	65	35.27	3.3	18.07	3.98	98	37.47	76.67	4.57	0	15.93	147.33	1458	234.6
S.E	7.72	3.34	0.22	2.97	2.06	11.99	5.15	8.56	3.08	2.78	11.59	1.09	191.45	249.2
LSD	NS	10.05	0.66	8.91	9.17	NS	15.45	25.68	9.22	8.34	34.75	3.26	270	147.6
CV%	23.55	13.77	18.39	47.8	37.59	22.67	37.02	16.56	27.97	7.35	23.64	1.41	42.29	24.37

<sup>1</sup> *D. exilis* does not tiller after 60 DAP but rather branches

<sup>2</sup> *D. iburua* forms late tillers (after 60 DAP) but does not form branches

*iburua* are reddish or dark brown. The diverse nature of these traits is useful as sources of variability for improving this ancient cereal crop in Nigeria.

### **Ecological distribution**

Acha is mainly a plant of the savannas and is poorly adapted to lowland humid zones because it probably will succumb to different fungal and bacterial diseases. However, *D. exilis* are reportedly grown in South Eastern Sierra Leone around the Gola Forest. Similarly, *D. iburua* is reportedly grown in Zaire (now Democratic Republic of Congo) and some other equatorial locations (NRC 1996).

The germplasm collection expeditions carried out in Nigeria have so far revealed that acha is found in the Southern and Northern Guinea Savannah and in the Sudan Savannah agroecological zones. The distribution is spread across Bauchi, Kaduna, Kebbi, Niger, Plateau, and Nasarawa states and the Federal Capital Territory, Abuja as shown in Figure 1.

In Bauchi State, the crop is grown in four local government areas (LGAs) of Bogoro, Tafawa Balewa, Bauchi and Toro. Specific producing areas include Sum, Tafawa Balewa, Bogoro, Boi, Basham, Zwal, Dunga, Boho, Zaranda, Kafaru, Nabordo, Rinjin, Toro, Tilden Fulani and Kurpai.

The estimated area cropped to acha in the state was 2383.8 hectares in 2000 and 2625.9 hectares in 2001. Yields for both years corresponded to 3098.64 metric tonnes and 1936.83 metric tonnes respectively (Abdullahi and Daniel 2003). The low yield in 2001 was attributed to crisis in the acha-growing areas. The state has a production potential of 1.7m ha covering about 12 LGAs.



Figure 1. Map of Nigeria showing the Acha production area



In Kaduna State, the crop is grown in these LGAs: Jaba, Lere, Jema'a, Kachia, Sanga, Saminaka and Kagarko. Specific areas of production include Duya, Chori, Samban, Gure, Kaninkon, Kufai, Gwantu, Sanga, Jere, Nok, Fadan Kagoma, Issah, Gujeni, Kubacha, Kasabere, Katugal and Kwasere. The area cropped to acha in 2001 was 17 624.25 ha and 19 783.44 ha in 2002, corresponding to yields of 21 862.65 and 21 899 tonnes (KADP 2003). The production potential for the state is about 2.5 million ha in about 20 LGAs.

Niger State has a sparse acha production distribution. The crop is grown mainly in Paiko, Suleja, Kontagora, Gurara and Munya LGAs. The areas of production are specifically in Chimbi, Kafin Koro, Kwakuti, Suleja, Dikko, New Wuse, Boi, Daku, Nanati, Nirungu, Gurara and Shako. The land area cropped to acha has not been documented although there is great production potential in about 15 LGAs covering over 1.8 million ha.

In Kebbi State, acha is grown in Danko-Masagu, Zuru and Sakuba LGAs. The specific production areas are Danko, Rade, Ribah, Zuhu, Mukuku, Dabai, Filin Jirgi, Kobo and Tadjura. Although there is no documentation of land area cropped to acha, there is potential for growing the crop in six LGAs of the state in an area of 1.1 million ha.

In Plateau State, acha is grown in 12 out of the 17 LGAs, mainly in the mid to high altitude areas of the state. The state accounts for about 80% of acha produced in Nigeria. The areas of high density production in the state that hosts the widest diversity of this crop in Nigeria include Ganawuri Chiefdom in Riyom LGA, Richa, Mbar, Mushere and Daffo in Bokkos LGA, Vwang and Gyel in Jos South LGA, Bachit in Riyom LGA, Fan, Heipang and Gashish in Barkin Ladi LGA, Miango and Rukuba in Bassa LGA, Mangun and Jipal in Mangu LGA, Kagu in Pankshin LGA and Garam, Langshian and Tabulung in Kanke LGA.

The area where acha is grown in Plateau State is not properly documented although the PADP crop area yield survey report of 1999 indicated that 28 260.2 ha of acha field yielded about 26 000 m tonnes (PADP 1999). This figure may have increased significantly due to the high price premium placed on acha in recent times and the high cost of fertilizers that has forced farmers to abandon the production of other cash crops, such as potato that competes in land area with acha. There is great production potential in this state because of the traditional attachment to the crops. Hardly any farming family in this location will not plant acha in a season, no matter how small the area.

In Nasarawa State, acha is mainly grown in Wamba, Akwanga, Nasarawa Eggon, Kokona, Keffi, Karu and Toto LGAs. The production area has increased from 7000 hectares in 1999 to 9200 ha in 2001 (NADP 2003). This is an indication that the prospects for further expansion exist.

At the FCT Abuja, the crop is sparsely grown among farmers. In the eastern part of the territory, the crop has been identified with farmers in Bwari town and neighbouring villages. Farmers from the western parts of Rubochi and surrounding village, and parts of Abaji cultivate acha. Although there is no information on the production area, there is great potential for acha production in the FCT.

The ecological diversity of acha in Nigeria has shown that the local people like acha because they know it is of indigenous origin and hence has a long established tradition for cultivation, storage, processing and preservation. During several years of selection and use, the natives have located superior types, well adapted to their needs and conditions. The crop has become synonymous with cultural activities among the local people. The Aten people in Nigeria's Plateau State, for example, have several cultural festivals and occasions tied to acha production. It is difficult for them to do without this crop and this is one of the reasons why this crop will continue to survive many generations.

### **Conservation**

Acha diversity is mainly conserved naturally through farmers' traditional production practices. Conservation that serves as a basic link between germplasm collection and use must be done in a way that the storage and preservation meets the ultimate desire of the user. Acha germplasm is conserved as seed *in situ*. Farmers have been conserving acha seeds using traditional barns

for centuries. Acha has been known to remain viable after 13 years of storage in farmers' barns (Kwon-Ndung et al. 2001).

At the NCRI, all acha germplasm collected has been conserved through yearly planting of seeds. During the 1999/2000 cropping season, when the accessions could not be planted, most of them lost their viability after two years when they were taken for planting in 2001/2002 cropping season. The germplasm was stored in jute bags in an open office space. Further studies and experience have shown that seeds have been preserved and the viability maintained in airtight containers, in a refrigerator, for two years.

Farmers store their seeds for six to 13 years and still retain their viability. It is necessary to integrate the storage or conservation methods of acha farmers into research because a wide range of germplasm needs to be conserved for future use, to adapt crops to changing environments and sustain agricultural production. It may be necessary to bring in some novel methods, such as tissue culture and biotechnology to overcome loss of seed viability.

The characterization and documentation of all accessions is necessary prior to storage. The potential of all accessions need to be known so that they can be adequately utilized. Genetic characterization could reveal a lot of information on the taxonomy, cytogenetics and compatibility of crosses among acha accessions, wild relatives and other related cultivated varieties.

### **Limitations**

The problem of impure seed mixtures among accessions or landraces is a major constraint in evaluation and characterization. Nyam (1996) reported that most accessions collected around Jos Plateau are a mixture of two or more species. Also, Ifenkwe and Nyam (2003) showed that efforts to confirm the effects of specific agronomic practices on growth and development of different accessions or species have so far been confounded by the effect of these mixtures. There is need for pureline selection among landraces to assume homozygosity of accessions before any specific agronomic practices can be validated. This problem is being taken care of at NCRI by rouging of off-type plants in the field as well as panicle harvesting of seeds selected for planting.

Acha conservation at NCRI especially germplasm and seed is faced with difficulty of appropriate storage facilities. The type of barns used by farmers is not available and refrigerated stores are equally non-existent.

### **Future challenges**

The production of acha is not in serious decline compared to other indigenous grains, such as finger millet and sorghum. The crop is, therefore, well placed for improved production because of its wide cultivation, popularity and esteemed position among local people.

The aim of germplasm collection, evaluation and conservation is to reduce genetic erosion and produce population sources for genetic improvement and preservation for future use. Since the preservation of acha germplasm and seed at NCRI is a serious problem, there is need for regional cooperation with international funding for acha germplasm storage and preservation. This is a worthwhile and viable cost-effective proposal to consider.

There is also need to intensify efforts to acquire more accessions and purify them into desirable strains before systematic evaluation and characterization.

Farmers' traditional activities in producing and conserving acha seeds should be encouraged. There is need to support the farmer financially, scientifically or technically so that they can continue conserving acha landraces and accessions. This will guarantee that acha is protected from any form of genetic erosion and also ensure food security through this valuable crop of the future.

### **References**

- Abdullahi D, Daniel L. 2003. The status of Acha (*Digitaria exilis*) production in Bauchi state of Nigeria. Paper presented at National Acha Stakeholders Workshop. PADP, Jos, 10-11 March 2003.
- Anonymous. 1995. A small cereal with big promise. Spore 55:5.

- Attere AF. 1994. Plant Genetic Resource in Sub-Saharan Africa. pp. 65-75 *in*: Safeguarding the Genetic Basins of Africa's Traditional Crops (Putter A. ed.). CTA, The Netherlands/IPGRI, Rome.
- Dogget H. 1986. Small millets – A selective review, Proceedings of the 1st International small millets workshop. Bangalore, India. Oct. 29-Nov. 2.
- Ifenkwe OP, Nyam DD. 2003. Production practices for Acha, *Digitaria* spp. in Nigeria. Paper presented at National Acha Stakeholders Workshop. PADP, Jos. 10-11 March 2003.
- Jideani IA. 1990. Acha – *Digitaria exilis*. The neglected cereal. Agriculture International. 42(5) 132-143
- KADP. 2003. Status of Acha (Hungry Rice) production in Kaduna State. Paper presented at National Acha Stakeholders Workshop. PADP, Jos 10-11 March 2003.
- Kwon-Ndung EH, Dachi SN, Misari SM. 1998. Collecting germplasm of acha *Digitaria exilis* Kippis Stapf. accessions in Nigeria. IPGRI/FAO Plant Genetic Resources Newsletter, 116:30-31.
- Kwon-Ndung EH, Misari SM, Dachi SN. 2001. Study on the production practices of Acha, *Digitaria exilis* Kippis Stapf. in Nigeria. Science Forum. 4:106-113.
- Mc Watters KH, Ouedrago JB, Resurreccion AVA, Hung YC, Phillips RD. 2000. Baking performance of wheat, fonio and cowpea flours. Abstract Research Programs on Cowpeas. Dept. of Food Science and Technology, University of Georgia, 1109 Experiment Street, Griffin, GA 30223.
- NADP. 2003. Status of Acha Production in Nasarawa State. Paper presented at National Acha Stakeholders Workshop. PADP, Jos 10-11 March 2003.
- NRC. 1996. Fonio (Acha). In: Lost Crops of Africa. Volume 1: Grains. National Academy Press, Washington, D.C. pp. 59-76.
- Nyam DD. 1996. Yield and yield components in some acha (*Digitaria* spp.) varieties. Unpublished M.Sc. Thesis. University of Jos, Nigeria.
- PADP. 1999. Annual Report of Plateau Agricultural Development Programme. PADP, Dogon Dutse, Jos. Plateau State. Nigeria. 1999.
- Purseglove JW. 1975. Tropical Crops. Monocotyledons I: Longmans, London. 531 pp.
- Temple VJ, Bassa JD. 1991. Proximate chemical composition of acha (*Digitaria exilis*) grain. Journal of the Science of Food and Agriculture. 56 (4) 561-563.

## Gestion *in situ* de l'agrobiodiversité: Le modèle de conservation endogène de l'igname au Bénin

M.N. Baco<sup>1</sup>, J-L. Lescure<sup>2</sup>, S. Tostain<sup>2</sup>, J-L. Pham<sup>2</sup>, A. Ahanchédé<sup>3</sup>, A. Dansi<sup>3</sup>, P. Glèlè-Adihou<sup>1</sup>, O. Daïnou<sup>3</sup>, R.S. Vodouhe<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

<sup>2</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD), France

<sup>3</sup> Université d'Abomey Calavi, République du Bénin

<sup>4</sup> Bioversity International, West and Central Africa Office, Benin

### Abstract

Yam (*Dioscorea cayenensis* - *D. rotundata*), is a staple food crop widely produced in Benin. It plays an essential role in food security in rural families of northern Benin. However, this crop is now cultivated in the changing agro-ecology, socio-cultural, economic and politico-judicial environment that affects yam and its diversity. The study was proposed to contribute to the sustainable management of yam's diversity in four villages with 60 farms in northern Benin. Farms have large crop diversity, hence the 112 varieties inventoried in the study area. The management of this diversity is dynamic and is supported by maintenance and enrichment practices. These practices are influenced by some socio-economics parameters like ethnic groups and family structures. The farmers know how to produce the diversity in diverse agrosystems. *In situ* conservation is possible and many actors, such as farmers, farmers' organization, non-governmental organizations (NGOs) research institutes, and policy makers, among others who were interviewed confirmed this.

### Introduction

Dans presque toutes les contrées où elle est cultivée, l'igname joue un rôle prépondérant, comme culture de subsistance, comme culture commerciale, comme culture à caractère socioculturel ou encore comme culture englobant ces différents aspects. IITA (1998) en conclue que l'igname est une culture vivrière très importante pour les peuples d'Afrique Occidentale dont ceux du Bénin.

Nonobstant ses multiples fonctions et l'ancienneté de la pratique de sa culture, les conditions de sa production n'ont pas sensiblement varié. La culture de l'igname est sujette à de nombreuses difficultés qui peuvent conduire à l'abandon et la disparition de certaines variétés. Aujourd'hui, l'igname subit la concurrence d'autres cultures telles que le coton, le maïs et le manioc. L'objectif commercial commence à prendre le pas sur la fonction alimentaire qui jadis était la principale raison de production de cette plante. Une autre menace qui pourrait avoir des conséquences sur la diversité des ignames est l'introduction de la variété Florido, issue de Porto Rico. En Côte d'Ivoire, Hamon et al. (1995) ont révélé que l'introduction de cette variété a conduit dans de nombreux villages à l'abandon des variétés traditionnelles.

On constate également la quasi-inexistence de création variétale par la recherche et l'abandon progressif des pratiques endogènes de création variétale. La domestication, qui est la forme de création traditionnelle des variétés, est de nos jours pratiquée par très peu de paysans (Baco, 2000). Les écosystèmes où les paysans puisaient des ignames sauvages pour les domestiquer et créer la diversité s'amenuisent et disparaissent du fait de l'agriculture extensive et de la poussée démographique.

Les limites d'une stratégie de gestion des ressources génétiques des plantes cultivées fondée uniquement sur une conservation *ex situ* sont maintenant claires (Brush 1995, Hamilton 1994, Miller et al. 1995) et la nécessité de développer des stratégies complémentaires *in situ* est aujourd'hui largement admise. Il sera question dans cette étude, d'analyser la possibilité de conserver *in situ* l'agrobiodiversité en nous inspirant du modèle igname. Brush (1992) fait remarquer que dans le domaine de la conservation des ressources phytogénétiques, la prise en compte des populations locales est timide, bien que leur rôle de producteurs et de conservateurs

de diversité ait été mis en évidence dans plusieurs contextes. A travers cette étude de la conservation des ressources génétiques de l'igname, nous voulons voir comment les exploitations agricoles participent à la gestion et au maintien de la biodiversité. Puis nous analyserons la possibilité de développer un programme de conservation de cette diversité sous gestion paysanne dans un environnement politico- juridique qu'ils ne maîtrisent pas.

### **Cadre méthodologique**

#### **Sélection des villages d'étude et des unités d'observation**

Par Commune, deux villages ont été étudiés soit un total de 4 villages pour l'ensemble de la recherche (Figure 1). Les villages ont été choisis, de façon à avoir les deux groupes socio-linguistiques majoritaires de chaque commune. A Sinédé, ce sont les villages de Wari et de Gorobani qui ont été étudiés. Wari est composé majoritairement de Bariba alors que Gorobani est surtout peuplé par les Gando. A Tchaourou par contre, ce sont les villages de Kinnoukpanou et de Yébéssi qui ont été sélectionnés. Le premier village est composé majoritairement de Nago alors que le second compte beaucoup plus de Lokpa.

Par commune, 30 exploitations ont été étudiées soit 60 exploitations pour l'ensemble de la recherche. Les exploitations étudiées ont été choisies de façon à avoir toute la diversité des exploitations agricoles du nord Bénin signalées dans les études diagnostiques (Baco et Djènotin, 2003).

#### **Outils et méthodes de collecte des données**

Plusieurs outils et techniques de collecte de données qualitatives et quantitatives ont été utilisées dans cette étude: enquêtes exploratoires, récits de vie, entretiens semi-structurés, entretiens de groupe au niveau du village, recherche documentaire, observation participante, triangulation.

#### **Données collectées et outils d'analyses**

Pour mieux comprendre pourquoi les paysans maintiennent la diversité, où ils la maintiennent, et pour déterminer les points d'action, nous avons procédé à une analyse participative de la distribution suivant la méthode des quatre carrés connue sous le nom de « four square analysis ». Le fil conducteur des analyses se base sur l'approche

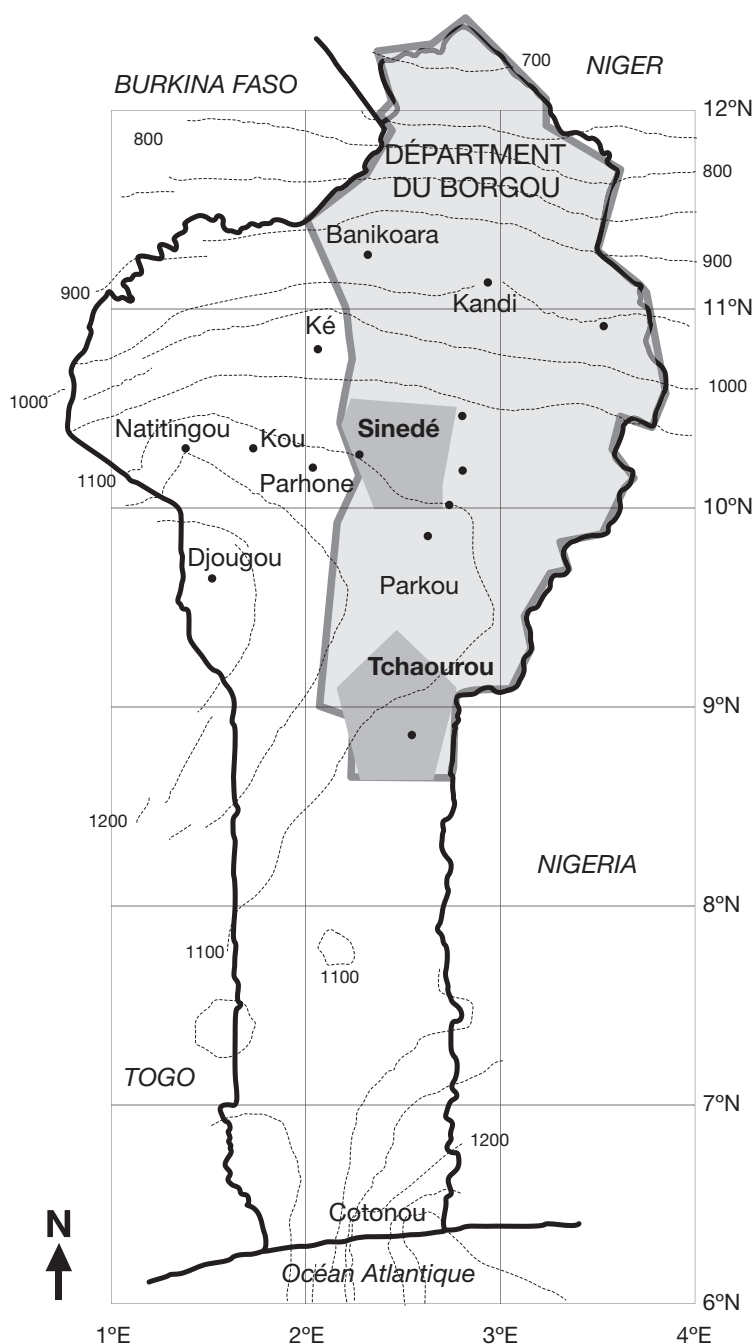


Figure 1: Zones d'étude au Bénin



préconisée par Jarvis et al. (2000a). Avant toute mise en œuvre de la conservation *in situ*, certaines questions, méritent réponse:

- Quelle est l'ampleur de la distribution et de la diversité génétique maintenue par les paysans dans le temps et dans l'espace?
- Quels sont les processus utilisés pour maintenir cette diversité au champ?
- Quels sont les facteurs qui influencent les décisions des paysans à maintenir la diversité au champ?
- Qui maintient cette diversité au champ (homme, femme, jeune, vieux, riche, pauvres, certains groupes ethniques)?

**Résultats**

**Ampleur de la diversité maintenue par les paysans dans le temps et dans l'espace**

L'analyse des quatre carrés réalisée avec des groupes de producteurs dans les villages étudiés, a permis de dégager le niveau de production de toutes les variétés (Figure 2). Cette analyse qui se veut participative a permis de dégager les variétés les « plus menacées » (quadrant bas droit) et les variétés les « moins menacées » (quadrant haut gauche). Deux critères ont été considérés.

Il s'agit:

- de la superficie allouée à chaque variété dans les champs; ce paramètre a été représenté par un grand cercle ou un petit cercle selon qu'il s'agit d'une grande superficie ou d'une petite superficie.

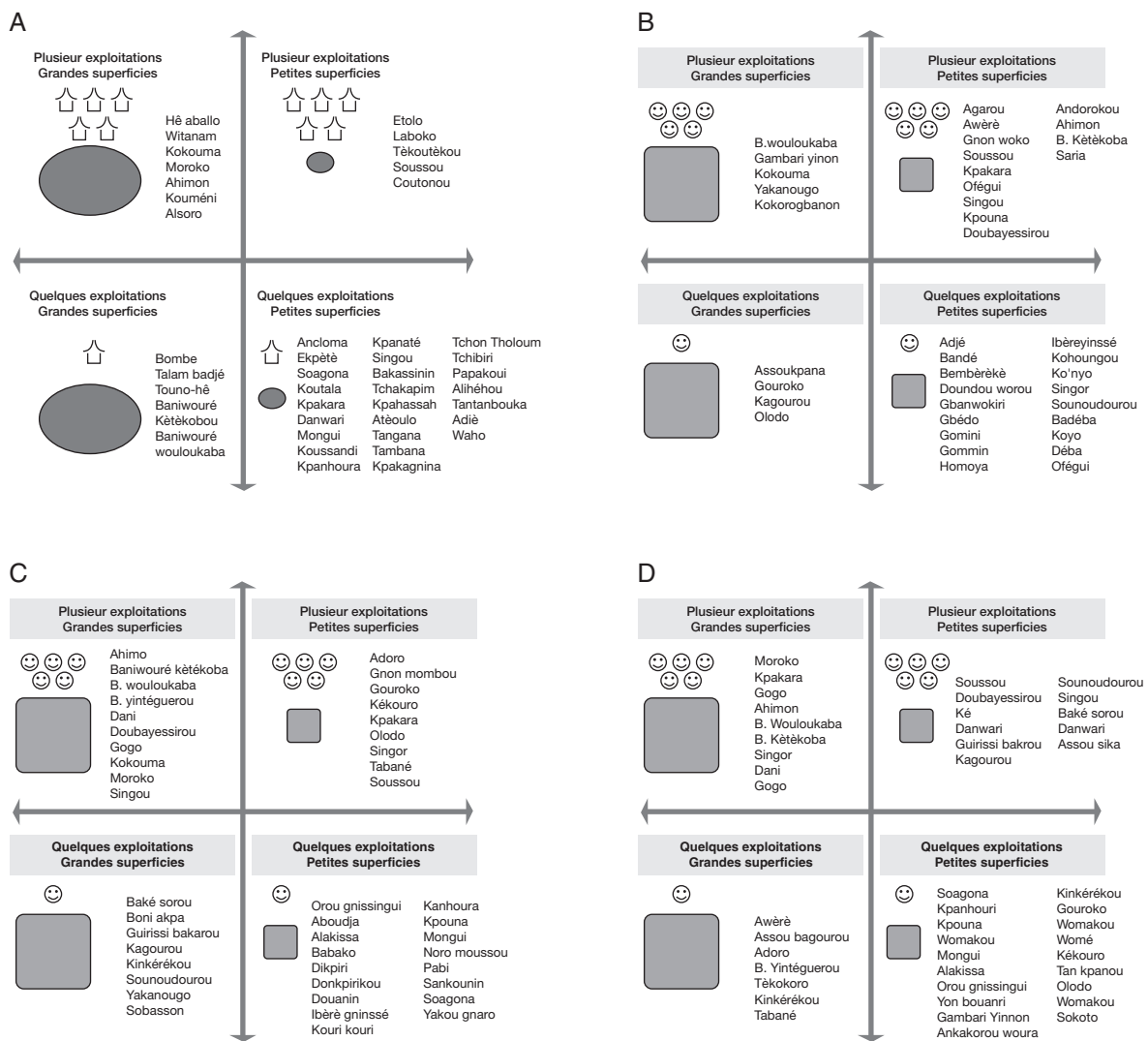


Figure 2: Distribution des variétés de Yébessi (A) de Kinnoukpanou (B) de Wari (C) et de Gorobani (D)

- du nombre d'exploitation agricole chez lesquelles on retrouve chaque variété. Ici, les figurines choisies sont les cases ou les individus.

Au cours des investigations 52 variétés ont été recensées à Yébessi, 41 à Kinnoupanou, 48 à Gorobani, et 46 à Wari.

### Analyse comparée de la diversité des villages étudiés

#### *Comparaison de la diversité intra-village*

Au vu des résultats obtenus séparément par village, il ressort que le nord du Bénin regorge d'un pool variétal assez fourni et très varié. Au total, 112 variétés de l'espèce *D. cayenensis-rotundata* ont été inventoriées. La spécificité notée dans chaque village mérite d'être analysée pour comprendre l'apport de la forte diversité signalée sur la dynamique et la durabilité des systèmes de cultures à base d'igname de cette région du Bénin.

L'analyse des résultats révèle que la diversité des ignames ne s'exprime pas de la même façon dans tous les villages (Tableau 1).

Il ressort aussi que dans le nord Bénin, les producteurs ont en moyenne 9 variétés d'igname dans leurs champs. Certains peuvent en posséder jusqu'à 23 alors que d'autres se contentent seulement de 3. Ce grand écart autour de la moyenne traduit la diversité des options qu'il y a sur la gestion de la diversité des ignames. 26 exploitations sur les 60 étudiées (soit 43%) ont

Tableau 1: Quelques données sur la diversité variétale dans les villages étudiés

Villages	Variétés							
	Nombre/ village	Moyenne/ exploitation	Maximum/ exploitation	Minimum/ exploitation	Classes			
					3 à 7	8 à 12	13 à 17	18 à 23
Kinnoupanou	41	7	17	4	10	4	2	2
Yébessi	52	5	9	3	12	3	0	0
Wari	46	11	20	5	3	8	2	2
Gorobani	48	14	23	5	1	6	5	3
Nord Bénin	112	9	23	3	26	21	8	5

entre 3 à 7 variétés. 35%, 13%, et 8% des exploitations enquêtées ont respectivement entre 8 à 12, 13 à 17 et 18 à 23 variétés. L'analyse de variance abouti à un F qui est hautement significatif ( $P = 0.001$ ). L'hypothèse selon laquelle les paysans des quatre villages étudiés cultivent le même nombre de variétés est rejetée. On conclue que la moyenne des variétés par paysans n'est pas la même dans les 4 villages.

#### *Niveau et importance de production des variétés*

A l'échelle du nord Bénin les 112 variétés se répartissent en 4 classes (Tableau 2):

Tableau 2: Répartition des variétés cultivées dans quatre classes suivant deux critères

Localités	GSPE		GSQE		PSGE		PSQE	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Wari	9	20	7	15	11	24	18	39
Gorobani	10	21	8	17	13	27	17	35
Yébessi	7	13	8	15	10	19	27	52
Kinnoupanou	5	12	4	10	12	29	20	49
Nord Bénin	10	9	12	11	25	22	65	58

- La classe des variétés produites sur de grandes superficies et cultivées par plusieurs exploitations (GSPE);
- La classe des variétés produites sur de grandes superficies et cultivées par quelques exploitations (GSQE);
- La classe des variétés produites sur de petites superficies et présentes chez plusieurs exploitations (PSGE);
- La classe des variétés produites sur de petites superficies et cultivées par quelques exploitations (PSQE).

On remarque que seules quelques variétés sont produites à grande échelle, d'autres, par contre, ont une production marginale.

#### *Répartition des variétés entre les ethnies*

A l'instar de l'analyse au niveau village (dimension géographique), nous avons apprécié comment se répartissent les variétés au niveau des groupes ethniques (dimension anthropique et socioculturelle) (Tableau 3).

Tableau 3: Répartition des variétés par couple d'ethnies

Ethnies	Bariba	Gando	Lokpa	Nago
Nago	28	25	5	
Lokpa	4	4		
Gando	51			
Bariba				

Le couple Bariba- Gando est celui qui a le plus de variétés communes. Les Lokpa ont très peu de variétés communes avec les trois autres ethnies. Les couples Bariba-Nagot et Gando-Nagot ont presque les mêmes variétés communes.

En considérant les 4 ethnies étudiées à travers les quatre villages, il ressort que (Figure 3), la grande partie (48%) des 112 variétés, est cultivée par une seule ethnie. Seules 4 variétés (3,5%) sont communes aux quatre ethnies.

Les variétés communes aux quatre ethnies sont "Moroko", "Ahimon", "Kpouna" et "Awèrè". Ce sont les Lokpa qui détiennent le plus de variétés spécifiques. Sur les 54 variétés de ce groupe, ils en détiennent 46. Quelles sont les raisons de cette spécificité des Lokpa? La discussion permettra d'apporter quelques éléments de réponse.

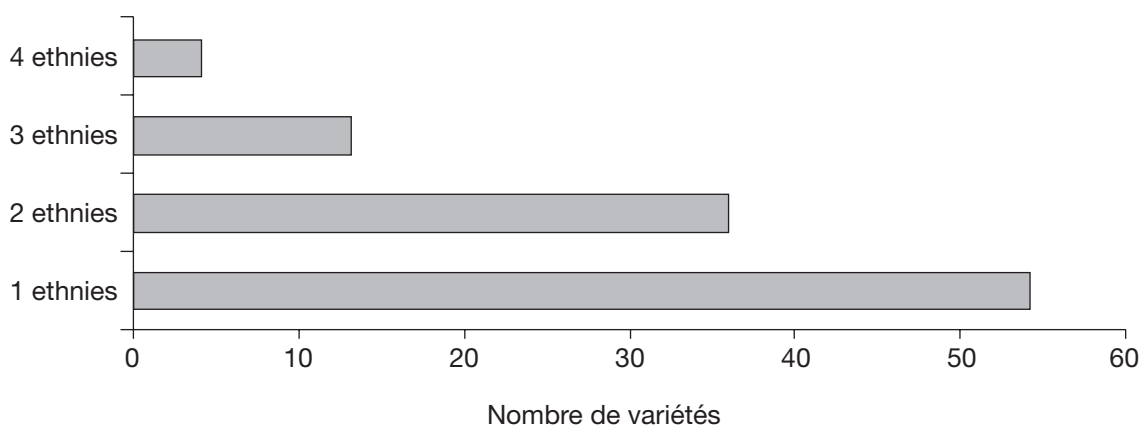


Figure 3: Répartition des variétés par groupe d'ethnies

***Processus utilisés pour maintenir et créer la diversité des ignames***

Il est question d'analyser toutes les pratiques de gestion et de conservation de la diversité des ignames utilisées par les producteurs. L'accent sera mis sur les pratiques qui permettent de créer et d'enrichir la diversité et les pratiques qui permettent de conserver la diversité de façon durable.

**Pratiques paysannes de maintien et de conservation de la diversité variétale des ignames*****Stockage différentiel des variétés***

A l'instar de ce qui se fait à la plantation, les variétés sont stockées en tas séparés quelle que soit la méthode de conservation. Il existe différentes méthodes de conservation:

- Stockage dans les greniers: en général, les producteurs ne conservent pas leurs semenceaux d'igname dans les greniers. Les greniers servent à la conservation des ignames destinées à la consommation. Les greniers ainsi construits ont une durée de vie maximale de 2 ans. Par contre, les ignames peuvent y être gardées pendant 6 mois.
- La conservation en tas sous des arbres: les producteurs profitent de l'ombre de quelques arbres présents dans le champ pour garder leurs semences pendant un mois maximum. Chaque variété a son tas distinct de celui des autres.
- La conservation en buttes permet d'éviter au maximum les pourritures des semenceaux et les attaques de cochenilles (cause de perte variétale). C'est la forme de conservation la plus utilisée pour les semences. Les semenceaux d'igname sont gardés dans les buttes jusqu'à l'approche de la prochaine plantation.

***Le sevrage précoce ou la double récolte***

Pendant la première récolte, qui est une opération délicate, les racines ne doivent pas être abîmées pour permettre une néo-tubérisation. La première récolte fournit de l'igname qui est consommée alors que la néo-tubérisation donne des semences qui seront utilisées la campagne suivante. Cette pratique de sevrage précoce ou de double récolte est nécessaire pour l'obtention des semences des variétés précoces et donc pour leur maintien continu dans le système de cultures.

***Association de certaines variétés à des pratiques culturelles***

L'igname n'a jamais été considérée comme une culture ordinaire dans les aires culturelles étudiées. Plusieurs rites et cultes régissaient sa culture, sa récolte et sa consommation. Pour accomplir chacune de ces cérémonies certaines variétés d'igname étaient investies de fonctions bien précises. La variété "Khanhouri" continue d'être cultivée malgré ses faibles caractéristiques agronomiques pour être utilisée dans les offrandes aux ancêtres et les fêtes d'igname. Les variétés "Hê-aballo" et "Moroko" sont les plus présentes lors des cérémonies festives chez les beaux-parents, lors des baptêmes et des mariages. Du fait de la grosseur de leurs tubercules, les producteurs les utilisent pour montrer leur entrain au travail et pour se distinguer socialement. L'abandon ou l'indifférence actuelle des jeunes vis-à-vis des pratiques culturelles impliquant ces variétés pourraient compromettre à la longue leur maintien et favoriser leur disparition (Adoukonou-Sagbadja 2001, Tostain et al. 2002).

**Pratiques paysannes liées au renforcement de la diversité variétale des ignames*****Les circulations de variétés entre paysans***

C'est une pratique qui permet à un producteur d'acquérir chez un autre paysan une variété dont il ne dispose pas. Toutes les variétés sont concernées par cette pratique, toutefois, les variétés chères (Kpouna, hê aballo, etc.) sont moins citées dans les échanges. Les variétés peuvent être acquises par des dons, l'héritage, les échanges simples, la rétribution de travail ou par achat.

***Les dons de variétés entre paysans***

Ce sont des offres de variétés sans contre-partie exigible. Ils témoignent parfois une marque de solidarité vis-à-vis des producteurs qui pour diverses raisons (maladies, calamités, voyage,

etc.) ont perdu leur matériel végétal (Okry 2002). Dans la circulation de variétés entre les paysans, le don représente 37%. Les producteurs acquièrent les variétés de leurs amis, de leurs frères, de leurs oncles, de leurs parrains, de leur belle-famille par l'intermédiaire des femmes, des voisins de champ.

Les pratiques agricoles de renouvellement et d'enrichissement de la diversité sont couplées à des pratiques sociales qui dépassent le cadre de l'unité de production. Elles s'inscrivent dans une dynamique sociale qui rend compte, de certains aspects du fonctionnement de la population du nord Bénin.

### *L'héritage de variétés*

Il s'agit de variétés provenant du père. Après la mort du père, les enfants récupèrent les variétés qu'ils cultivaient de son vivant. C'est le mode d'accès le plus courant aux variétés.

### *L'achat de variétés*

Les achats de semenceaux d'ignames se font mais à des proportions moindres (14%). Il n'y a pas de marché à proprement parler pour les semences. Les ventes se font au champ. Dans l'ensemble des quatre villages étudiés, il existe des paysans qui sont connus pour la vente de semenceaux d'igname. En moyenne un semenceau est vendu à 40 FCFA.

### *Les échanges de variétés entre paysans*

Ils sont les moins fréquents dans la circulation des variétés entre paysans. Dans un travail similaire sur le manioc, (Emperaire et al. 1998) remarquent que les échanges de variétés se font entre individus bien déterminés sur le plan social et empruntent des réseaux déjà constitués. Ils interviennent entre producteurs souhaitant l'un et l'autre avoir des variétés particulières détenues par le voisin.

### *Introductions variétales*

Ce sont des importations de variétés à partir d'autres régions éloignées de la zone d'étude ou à partir des pays voisins. Pour l'ensemble de la zone étudiée, 21 variétés ont été introduites.

Les transferts variétaux s'accompagnent rarement de transferts de noms. Lorsque l'importation de la variété n'est pas suivie de transfert de nom, le paysan introducteur de la variété baptise à nouveau cette variété. Deux cas de figure peuvent se présenter:

- Le nom donné est celui d'une variété déjà existante, bien que les deux variétés, pourraient être différentes génétiquement. Cette introduction de matériel, est suivie d'un enrichissement réel du pool génétique du point de vue du généticien. Pourtant la pratique paysanne, masque cet enrichissement.
- Un nom émanant du paysan introducteur différent de ceux en usage dans la zone d'introduction alors que le matériel introduit existait déjà dans le milieu. La conséquence ici est l'augmentation « apparente » de la diversité due aux synonymes alors que génétiquement le pool génétique est demeuré inchangé.

En dehors de ces introductions qui ne s'accompagnent pas du nom du matériel introduit, il y a des cas où le transfert de variétés se fait avec le nom d'usage de la zone d'origine.

### *Domestication des ignames sauvages*

Parmi les pratiques de création et d'enrichissement variétal, observées sur le terrain, figure en bonne place la domestication des ignames sauvages. Elle consiste à cultiver des ignames sauvages collectées dans leur habitat naturel (forêts, savanes, jachères) et à les soumettre à une série de contraintes dans le but d'obtenir des ignames cultivées. Elle est pratiquée aujourd'hui par quelques rares paysans en milieu Bariba (Baco 2000).



### **Déterminants socio-économiques des détenteurs de la diversité**

Dans cette partie, il sera question de faire une analyse de la diversité variétale, ciblée sur l'exploitation. Pour cela, nous aurons recours aux déterminants socio-économiques (âge, sexe, groupe ethnique, nombre d'actifs agricoles, superficie cultivée, etc.). La prise en compte de la dimension socioculturelle est due au fait que les anthropologues ont depuis longtemps reconnu le rôle de la tradition dans la détermination des cultivars que les paysans choisissent de cultiver (Jarvis et al. 2000b).

#### *Lien entre l'âge des paysans et le nombre de variétés*

Cette étude a révélé qu'il existe plusieurs pratiques endogènes qui permettent de gérer et de conserver l'agrobiodiversité. En général, les savoirs locaux sont détenus par les personnes âgées de la communauté. Selon Jarvis et al. (2000b), cette détention des savoirs par les vieilles personnes est précaire dans la mesure où les savoirs peuvent être perdus si les plus âgés ne les passent pas à la jeune génération. Pour cette raison, nous avons voulu comprendre l'influence de l'âge des producteurs sur l'ampleur de la diversité des ignames qu'ils cultivent.

L'âge des producteurs étudiés varie de 25 à 60 ans et l'âge moyen est de 43 ans. Pour comparer le nombre moyen de variétés entre les tranches d'âge, nous avons fait le test d'analyse de variance.

F n'est pas significatif au seuil de 5% ( $P = 0.469$ ). L'hypothèse selon laquelle le nombre moyen de variétés varie avec l'âge est rejetée. On conclue que la moyenne de variété est la même entre les classes d'âge. Les personnes plus âgées, les adultes et les jeunes cultivent le même nombre de variétés dans leurs champs. Les personnes âgées n'accumulent pas les variétés avec le temps. Elles entretiennent tout comme les jeunes un processus dynamique dans lequel elles abandonnent certaines variétés, et en adoptent de nouvelles.

Il ressort cependant que les personnes âgées détiennent des variétés spécifiques que les jeunes n'aiment pas cultiver. C'est le cas de "Kpanhoura" utilisée dans les offrandes. De même les jeunes à leur tour cultivent des variétés ("Olodo", "Awèrè", "Aboudja", etc.) qu'on ne retrouve pas chez les plus âgées du fait de leur récente introduction dans le milieu.

#### *Genre et gestion de la diversité*

L'approche par le genre est un outil qui permet d'examiner les activités, les responsabilités, les opportunités dans la vie de chaque membre d'une communauté, prenant en compte les relations existant entre les hommes et les femmes. A la suite de Bioversity (1991), la prise en compte du genre doit permettre de voir comment les relations hommes-femmes affectent la manipulation de l'environnement et des ressources agricoles. Parmi les 60 chefs d'exploitations enquêtés, il n'y a aucune femme. La culture de l'igname est une activité exclusivement réservée aux hommes. L'implication des femmes ne se fait qu'après la récolte dans les transformations alimentaires, dans la commercialisation sur le marché. C'est à ces niveaux que de façon indirecte elles influencent le choix des variétés cultivées dans l'exploitation. L'igname pilée est la principale forme de consommation des ignames dans l'ensemble des quatre groupes socio-linguistiques étudiés. La préparation de ce repas qui relève des activités des femmes est fastidieuse et contraignante. Cette pénibilité est accrue lorsque l'igname ne se prête pas à cette préparation du fait de ses caractéristiques texturales. Pour cette raison, les femmes préfèrent les variétés qui possèdent d'excellentes qualités organoleptiques qui sont aptes à faire de l'igname pilée. En générale, ce sont aussi ces variétés qui se vendent à des prix élevés sur le marché. Parmi ces variétés, on peut citer: "Kpouna", "Moroko", "Dani", "Hé-aballo". Vu sous l'angle du genre, on peut dire que dans l'exploitation:

- les femmes mettent prioritairement l'accent sur les variétés à bonnes qualités organoleptiques, faciles à piler et qui se vendent bien. Les critères de choix des femmes sont donc essentiellement culinaires et commerciaux.
- les hommes quant-à eux préfèrent surtout les variétés à bons rendements, qui donnent beaucoup de semenceaux pour la prochaine campagne. Les paramètres de sélection variétale sont ici agronomiques.

### *Lien entre l'appartenance linguistique et la diversité variétale*

Chacune des ethnies s'identifie à travers une tradition, une histoire, des habitudes alimentaires qui peuvent être des bases d'un maintien des pratiques endogènes autour de l'agrobiodiversité. Il existe des variétés qui sont spécifiques à chaque ethnie.

Les Lokpa, ethnie majoritaire du village Yébessi, préfèrent les variétés à tubercules énormes. Les variétés les plus appréciées sont: "Hê-aballo", "Witanam", "Samassi-hê". Cette préférence pour des variétés à gros tubercules amène les Lokpa à confectionner de très grosses buttes.

Les Nagot qui sont la principale ethnie de Kinnoukpanou cultivent, plus les "Kokoro" qui sont des variétés à petits tubercules. Ces variétés sont utilisées pour faire des cossettes d'igname qui sont commercialisées sur le marché. Ce choix variétal amène les Nagot à faire des buttes de petites tailles. Les Bariba et les Gando préfèrent des variétés telles que "Moroko", "Ahimon", "Dani", "Kpouna" qui sont de tailles moyennes ce qui explique que dans les champs de ces ethnies, on retrouve des buttes de taille moyenne.

Dans l'hypothèse que la diversité culturelle participe aussi à maintenir la richesse variétale, le test de comparaison des moyennes a été effectué pour voir s'il existe une différence de moyenne de variétés entre les différentes ethnies étudiées.

Le F est hautement significatif au seuil de 5% (0.013). Il existe une différence entre le nombre moyen de variétés cultivées par les différents groupes socio-linguistiques. Les Gando ont la plus grande moyenne avec 13 variétés. Ils sont respectivement suivis des Bariba (11 variétés), les Nagot (8 variétés) et les Lokpa (6 variétés).

## **Discussion**

### **Analyse de la diversité des ignames cultivées**

#### *Des échelles de production inégales entre les variétés*

L'analyse sur le niveau de production de chacune des variétés, indique qu'il y a des variétés produites à grande échelle et des variétés dont la production est marginale au point où les producteurs constatent la disparition de certaines d'entre elles.

#### *Les variétés les plus produites*

Les 10 variétés les plus produites au niveau régional sont respectivement: "Moroko", "Kokorogbana", "Baniwouré wouloukaba", "Kokouma", "Dani", "Ahimon", "Gogo", "Yakanougo", et "Singou". Ces variétés sont très appréciées sur le plan culinaire et se vendent bien dans le commerce. Elles se conservent sur une période plus ou moins longue et ne sont soumises à aucune barrière socio-culturelle. A elles seules, ces neuf variétés occupent plus de 50% des superficies allouées aux 112 variétés d'igname. Les raisons commerciales ne dictent pas toujours les variétés à cultiver. En effet, la variété "Kpouna" qui est la plus chèrement vendue (trois à quatre fois le prix des autres variétés) dans le commerce, vient en 17<sup>ème</sup> position dans l'ordre des variétés les plus produites. En plus de la raison commerciale, les producteurs semblent tenir compte d'autres paramètres.

#### *Les variétés les moins produites*

Les variétés les moins produites sont les plus nombreuses. Environ 60% du total de variétés recensées est produit sur 30% des superficies en igname. Parmi ces cultivars, on retrouve: "Noro moussou", "Soagona", "Orou Yinssingui", "Tchakapim", "Arro", "Tambana", etc. Les variétés à production marginale s'observent à deux niveaux:

- Au niveau villages: ce sont des variétés produites sur de petites superficies et par quelques rares producteurs. Elles constituent environ 45% des variétés dans chaque village.
- Au niveau régional: ce sont des variétés qu'on ne retrouve que dans un seul village. Elles représentent 62% des variétés cultivées.

Ce constat amène à se poser une question fondamentale dans le cadre de la mise en oeuvre d'un programme de conservation *in situ*. Entre les variétés de ces deux niveaux, lesquelles doivent être prioritaires dans la stratégie de conservation ? Autrement dit sur quel niveau pèse

t-il plus de menaces ? Dans l'approche que nous préconisons, ces deux niveaux doivent être considérés avec la même importance. Toutefois, une analyse plus approfondie mérite d'être faite sur la « carte d'identité » de chaque variété. En effet, parmi ces variétés à faible production, il y a plusieurs groupes:

- le groupe des variétés locales (donc anciennes et endémiques). Exemple: "Soagona", "Orou Yinssingui", "Tambana", etc.
- le groupe des variétés récemment introduites d'une autre région: cas de "Alakissa", "Aboudja", "Ofégui", etc.
- le groupe des variétés récemment domestiquées. Exemples: "Noro moussou", "Donkpirikou", "Akpannou", etc.

Le premier groupe semble celui sur lequel il faut mettre le plus d'attention car il regroupe les variétés locales et anciennes. Dans la mesure où le programme de conservation que nous proposons est une conservation basée sur le maintien des processus (et non sur le maintien du matériel), il est important que ces processus puissent favoriser la création ou l'introduction de variétés ayant les caractéristiques de ce groupe. C'est la condition pour que l'érosion des variétés endémiques soit suivie de moindres conséquences.

### *Les variétés abandonnées*

Au fil du temps, les variétés disparaissent des champs et à l'allure où les choses évoluent d'autres variétés quitteront définitivement les champs. Les variétés ayant disparu sont: "Toukou-nou-Woura", "Soassé", "Boubiri-boubiri", "Bomatangu", "Moussougou souan", "Akpinnou", "Yô soussou", "Kpouna botorou". Ce sont les producteurs âgés qui reconnaissent les variétés ayant disparu. En 20 ans une dizaine de variétés semblent avoir quitté les champs. Les raisons de l'abandon de ces variétés se résument à leur faible productivité, la forte exigence en travail et les changements climatiques (raccourcissement de la saison pluvieuse). L'abandon de certains cultivars pourrait aussi se justifier par l'indifférence que manifeste la jeune génération vis-à-vis du dispositif rituel et culturel lié à certaines variétés. Cette disparition n'est pas sans conséquence sur l'agrobiodiversité qui s'amenuise avec le temps.

En ce qui concerne l'introduction de variété, à l'exception de Florido (*D. alata*), aucune autre variété n'a été vulgarisée par les structures d'encadrement (recherche agronomique, vulgarisateurs et ONG) au Bénin. A ce jour, l'adoption de cette variété n'est pas encore significative (Vernier et Dansi 2000). En Côte d'Ivoire, Hamon et al. (1995) rapportent que l'introduction de cette nouvelle variété a conduit dans de nombreux villages à l'abandon des variétés traditionnelles. En s'intéressant aux années d'introduction, on constate que la variété Florido a été introduite en Côte d'Ivoire depuis 1970 (Zoundjihèkpon et al. 1998), alors que sa vulgarisation officielle n'a commencé au Bénin qu'en 1998 (Dossou, communication personnelle). On peut supposer qu'avec le temps, cette variété conduirait aussi au Bénin si rien n'est fait à la perte des variétés traditionnelles.

En dehors des variétés introduites par le système formel, il existe aussi des introductions faites par les producteurs eux-mêmes. La compétition entre les variétés locales et les variétés introduites, pourrait expliquer en partie la perte ou le remplacement des variétés locales.

### **Comment conserver durablement les pratiques et les variétés dans le programme de conservation *in situ*?**

L'observation de la production d'igname a permis de déceler des pratiques endogènes qui permettent de gérer la diversité des ignames. Il existe des pratiques de maintien de la diversité et des pratiques d'enrichissement ou de création. La combinaison de ces pratiques fait qu'on peut parler d'une gestion dynamique de la diversité des ignames. Plusieurs insuffisances sont à reprocher à ces pratiques. Dans la démarche de proposition d'un programme de conservation *in situ*, deux scénarios peuvent être envisagés:

- Le premier scénario: Zéro partenariat. Dans ce scénario, on laisse les producteurs faire.
- Le deuxième scénario: Partenariat. Dans ce scénario, il faut intervenir.

Plusieurs institutions et organisations doivent être impliquées dans la conservation *in situ* à différents niveaux. Cette diversité institutionnelle est nécessaire dans la mesure où chaque organisation a son expérience et c'est seulement à travers la combinaison de ces capacités qu'il sera possible de cerner la complexité des attentes de la conservation *in situ*. Nous optons alors pour le deuxième scénario. Pour intervenir, il faut connaître ces faiblesses et pouvoir les minimiser.

### **Vers une intervention sur les pratiques de gestion de la diversité**

Comment rendre les pratiques plus efficaces? Comment se distribuent, s'échangent et s'apprennent les pratiques au sein des communautés?

Dans l'approche partenariale que nous proposons pour les programmes de conservation *in situ* de l'agrobiodiversité, les insuffisances notées sur les savoirs locaux doivent être minimisées à travers des actions complémentaires provenant du dehors de la communauté. Dans le cas de l'igname, les interventions extérieures pourraient encourager la domestication, former les producteurs sur des structures de conservation plus fiables, établir pour les variétés très sensibles, les dates probables de la double récolte. Elles peuvent aussi favoriser la circulation sans frontière d'âge, de terroir, de région et de sexe, des savoirs locaux relatifs à la gestion de la diversité. En effet, dans le dispositif actuel, les savoirs liés au maintien et à la création variétale (domestication par exemple) ne sont que l'apanage de quelques-uns. Les échanges entre individus se limitent au matériel végétal. Les connaissances sur les pratiques de gestion étant très peu échangées. En considérant le résultat principal visé par la conservation *in situ* qui est la conservation des processus dynamiques, l'intervention paraît vitale et nécessaire.

En ce qui concerne la diffusion des variétés introduites, pour remédier à la lente propagation, des producteurs multiplicateurs peuvent être choisis et formés dans chaque zone sur les techniques de multiplication rapides. Pour une réussite du partenariat, le statut des intervenants extérieurs et le profil des producteurs concernés (multiplicateur des ignames, semenciers, etc.) sont des déterminants importants. Cette question est abordée dans les paragraphes suivants.

### **Des paramètres à considérer pour le choix des conservateurs**

Une des conditions de la réussite des programmes de conservation *in situ* est le choix des « paysans conservateurs ». Tous les producteurs d'igname peuvent-ils être des conservateurs de l'agrobiodiversité ? L'étude des déterminants socio-économiques permet de comprendre que pour être efficace, le choix des conservateurs doit être très sélectif. Ce choix de conservateurs n'exclut pas l'implication des autres producteurs. Elle permet de rendre plus efficace le système. Pour choisir ces conservateurs, il faut se baser sur le mode d'accès à la terre, la superficie des champs cultivés, le nombre de champs, l'âge des paysans, le genre, la structure de l'exploitation, l'appartenance linguistique.

Les analyses statistiques ont prouvé que les personnes âgées, les adultes et les jeunes cultivent le même nombre de variétés. L'hypothèse selon laquelle les variétés s'accumulent avec l'âge a été rejetée. Toutefois les observations sur le terrain font apparaître que l'âge est un facteur non négligeable dans la gestion de la diversité. En effet, les personnes âgées détiennent des variétés qu'on ne retrouve pas chez les jeunes et vice versa. Sur cette base, les conservateurs doivent appartenir à toutes les tranches d'âge. Il faut veiller à avoir des représentants de chaque classe d'âge dans les programmes de conservation *in situ*.

La culture d'igname n'est pas l'apanage des femmes. Pourtant elles interviennent de façon indirecte dans la gestion des variétés. Les variétés que les femmes préfèrent ne sont pas souvent celles voulues par le chef d'exploitation. En général, les hommes mettent l'accent sur les critères de production alors que les femmes fondent leurs choix sur les critères post récolte. Les conservateurs à choisir doivent favoriser et tenir compte de l'effet genre dans la gestion de leurs variétés.

Un autre paramètre très important à prendre en compte est l'appartenance linguistique des producteurs. Malgré les conditions environnementales similaires, les ethnies étudiées cultivent différentes variétés et utilisent des techniques culturelles en rapport avec leur tradition. Il y a des ethnies qui préfèrent les gros tubercules, certaines optent pour les variétés de taille moyenne,



d'autres par contre cultivent des variétés à petits tubercules. Chaque groupe linguistique détient et perpétue des savoirs liés aux variétés qu'il cultive. Pour conserver tous ces types d'igname, il faut veiller à avoir les représentants de chacun des groupes linguistiques.

### **Conclusion et recommandations**

Pour l'ensemble de la zone étudiée, on dénombre environ 112 variétés. Parmi elles on compte 32 variétés précoces, 70 variétés tardives et 10 variétés à cycle intermédiaire. Les ignames tardives sont les plus produites car elles se conservent bien et donnent beaucoup de semenceaux. Dans la grande diversité signalée, toutes les variétés ne sont pas produites à la même échelle. Il existe des variétés produites à grande échelle et des variétés dont la production est marginale. Les variétés communes aux quatre villages étudiés représentent 9% de l'ensemble alors que 62% des variétés ne se retrouvent que dans un seul village. Dans chacun des villages les tendances de production des variétés sont les mêmes. Plusieurs variétés sont produites sur de petites superficies par quelques rares personnes. Les variétés les plus produites sont celles qui sont aptes à l'igname pilée, qui se conservent bien, qui donnent beaucoup de semenceaux et qui se vendent à des prix compétitifs.

Près d'une dizaine de variétés semblent avoir disparu. Les raisons de leur disparition sont imputables à leur faible rendement, à la sensibilité aux parasites et à l'inaptitude à faire une bonne igname pilée.

Des paramètres socio-économiques ont été identifiés comme facteurs importants dans la gestion de l'agrobiodiversité. Il s'agit de l'âge, du genre, du nombre d'actifs, de la superficie et du nombre de champs. L'implication des femmes dans la gestion des variétés est indirecte. Elle contribue parfois à augmenter le nombre de cultivars de l'exploitation à partir des introductions de leur famille d'origine.

Pour gérer la diversité, plusieurs pratiques endogènes de maintien et d'enrichissement de la diversité des ignames existent au niveau paysan dans toute la zone étudiée. Ces pratiques ont joué un grand rôle dans le maintien de cette importante plante à tubercule. Elles sont utiles pour la mise en œuvre d'une stratégie de conservation *in situ* des ignames au Bénin.

En somme, l'exemple de l'igname étudiée dans le nord Bénin prouve que la conservation *in situ* est possible. Les producteurs gèrent une grande diversité et détiennent des savoirs locaux qui ont permis de la perpétuer. Toutefois les nouvelles contraintes de l'agriculture contemporaine (aléas climatiques, poussée démographique, intégration du commerce, politiques agricoles) montrent que ces savoirs à eux seuls ne suffisent plus pour conduire un programme durable de conservation *in situ*. C'est pour cela que ce travail débouche sur la proposition d'une approche interventionniste qui vise à associer d'autres acteurs.

### **Références**

- Adoukonou-Sagbadja AH. 2001. Gestion paysanne de la diversité génétique des ignames du complexe *Dioscorea/Dioscorea rotundata* au Centre du Bénin. Mémoire de DEA, Option Biologie Végétale Appliquée. Université de Lomé, Togo, 56 pp.
- Baco MN. 2000. La domestication des ignames sauvages dans la sous-préfecture de Sinendé: savoirs locaux et pratiques endogènes d'amélioration génétique des *Dioscorea abyssinica* Hochst. Thèse d'ingénieur agronome. FSA, UNB. 172 pp.
- Baco MN, Djènontin AJ. 2003. Typologie des exploitations agricoles: vers un ciblage des actions de recherche-développement. 2003. In: Acte Atelier Scientifique Nord. Parakou 25-26 février 2003. Sous presse.
- Brush SB. 1992. Ethnoecology, biodiversity and modernization. In Andean potato agriculture, J. Ethnobiol. N° 12. pp. 161-185.
- Brush SB. 1995. *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. In: crop science. N°35. pp. 346-354.
- Emperaire L, Pinton F, Second G. 1998. Gestion dynamique de la diversité variétale du manioc en Amazonie du nord-ouest. Nature, Sciences et Sociétés 6(2): 27-42.
- Hamilton MB. 1994. *Ex situ* conservation of wild plant species: time to reassess the genetic assumption and implications of seed banks. Conservation biol. N° 8. pp. 39-49.



- Hamon P, Dumont R, Zoundjihékpon J, Tio-Touré B, Hamon S. 1995. Les ignames sauvages d'Afrique de l'Ouest. Caractères morphologiques. Eds. ORSTOM, Paris, 84 pp.
- IITA. 1998. Sustainable food production in sub-Saharan Africa. IITA, Ibadan. 208 pp.
- IPGRI. 1991. Geneflow: Women and Plant Genetic Resources. IPGRI, Rome.
- Jarvis D, Sthapit B, Sears L. (eds). 2000a. Conserving agricultural biodiversity *in situ*: A scientific basis for sustainable agriculture. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Jarvis DI, Myer L, Klemick H, Guarino L, Smale M, Brown AHD, Sadiki M, Sthapit B, Hodgkin T. 2000b. A training guide for *in situ* conservation on farm. IPGRI, 161 pp.
- Miller K, Allergretti MH, Johnson N, Johnson B. 1995. Measures for conservation of biodiversity and sustainable use of its components in: Heywood V. H. (ed.), Global Biodiversity Assessment, United Nations Environment Programme, Cambridge University Press, Cambridge.
- Okry KF. 2000. L'igname dans le système de production agricole de Bantè et la domestication de quelques-unes de ses formes sauvages: savoirs locaux et pratiques endogènes de culture et d'amélioration génétique. Thèse d'ingénieur agronome. FSA/UNB. 119 pp.
- Tostain S, Baco NM, Okry FK, Mongbo RL, Agbangla C, Daïnou O. 2002. Système traditionnel de production des ignames au Bénin. Annales des Sciences agronomiques du Bénin (3), n° 2 Spécial Colloque; pp. 55-72.
- Vernier P, Dansi A. 2000. Participatory assessment and farmers' knowledge on yam varieties in Benin. In Makoto Nakatani and Katsumi Komaki: Potential of root crops for food and industrial resources. 12th Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRIC); pp. 360-365.
- Zoudjihékpon J, Dansi A, Mignouna JHD, Kouakou AM, Zongo JD, N'kpenou KE, Sunu D, Camara F, Kourouma S, Sanou J, Sanou H, Belem J, Dossou R, Vernier P, Dumont R, Hamon P, Tio-Touré B. 1998. Gestion des ressources génétiques des ignames africaines et conservation *in situ*. In: Aménagement et Nature. N° 135. pp. 85- 94.

## Conservation of landraces by local communities: Methodological lessons from the PLEC experience in Ghana

*Edwin A. Gyasi*

*Department of Geography and Resource Development, University of Ghana, Legon*

### **Abstract**

Traditional crop varieties are of great significance for agro-ecosystems stability, livelihoods and survival of local communities. This diversity is threatened more and more and methodologies are needed for documenting the landraces and how they are managed, and for encouraging their conservation for posterity. PLEC seeks models or optimal ways of conserving biophysical resources, above all, biodiversity through participatory methodologies among farmer communities. A key element of the participatory approach is scientists working in synergy with farmers at demonstration sites and the focal areas of field work. The main achievements by PLEC include the development of seven demonstration sites with representation in the three major agro-ecological zones, a fairly stable population of participating farmers, the organization of the farmers into functional associations for conservation purposes, and the sensitization of farmers and their school-going children to agro-biodiversity as an effective strategy of conserving biodiversity while obtaining economic value from it, in addition to its ecological services. The experience showed that farmer organizations need to be emphasized to attain sustainable optimal ways of managing biophysical resources to improve livelihoods. Other factors of success in the resource management agenda that need to be emphasized include the commitment of scientists, stimulated by the opportunity to further their careers through well-funded research that is responding to social needs and the willingness of farmers to share their knowledge of resource management.

### **Introduction**

Agriculture, especially in the tropics, is characterized by a wide diversity of landraces, farmer varieties or traditional varieties of crops and livestock conserved on-farm by rural farming communities for food security. The diversity and time-tested management systems and their underlying local, traditional or indigenous knowledge have come under threat. Forces threatening this agrodiversity include habitat destruction by production pressures that are closely linked to population growth and poverty and “development policies which stress monoculture of only a few species, with standard methods of management” (Scientific Advisory Group 1994:1). Other forces of threat include:

- Changing dietary habits, notably increased emphasis on consumption of rice and wheat-based bread compared to traditional foods;
- A lack of emphasis on agrodiversity in school curricula;
- Inadequate policy recognition of farmers’ knowledge;
- A transition towards modern, biotechnology-based agriculture (Brookfield 2001; Brookfield et al. 2002, 2003; Brush 2000).

### **Reasons for stemming the threat to landraces**

A compelling reason for stemming the threat to the diversity of landraces is its contribution to agroecosystems stability by the sheer floral diversity.

A second reason is the significance of the diversity for the livelihoods and survival of local communities in farm employment and food security. Inter- and intra- specific crop diversity is a survival strategy that farmers use to ensure food security in marginal agricultural areas. It is necessary as insurance to minimize risks against variable and capricious environmental and economic conditions. It makes for a wider use of the variable biophysical conditions often found within the farm, and other variable resources at the farmer’s disposal. Moreover, it permits

the satisfaction of various cultural, dietary or culinary requirements. Traditional crop diversity is also needed to sustain agriculture and secure food locally and globally (Brush 2000; Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2000; Food and Agriculture Organization of the United Nations 2002; Unpublished documents of Bioversity International). For these reasons, a methodology is needed for documenting the landraces and how they are managed, and for encouraging their conservation for posterity.

From experiences of the mainly Global Environment Facility (GEF)-funded United Nations University (UNU) project on—*People, Land Management and Ecosystem Conservation* (Formerly titled, '*People, Land Management and Environmental Change*'- PLEC) in Ghana, it appears that a participatory approach that brings traditional farmers and scientists into a research partnership is a promising methodology.

This paper discusses the PLEC experience in Ghana to highlight the protection and conservation of landraces and lessons that may be drawn from them.

### **The PLEC purpose and approaches**

Under the UNU, PLEC seeks models or optimal ways of conserving biophysical resources, above all, biodiversity through participatory methodologies among farmer communities. The purpose is to secure global food supplies and enhance rural livelihoods (Brookfield et al. 2003).

A key element of the participatory approach is scientists working in synergy with farmers at demonstration sites and the focal areas of field work, through:

- Group discussions and other forms of meeting;
- Farm visits, joint field work and other such collaborative activities;
- Tapping indigenous or traditional resource management knowledge;
- Expert farmers;
- Associations of farmers (Pinedo-Vasquez et al. 2002; Gyasi et al. 2004; Gyasi, personal communication).

### **Achievements by the PLEC methodologies**

The participatory methodologies have resulted in, among other things:

- The development of seven demonstration sites with representation in the three major agroecological zones (Figure 1);
- A fairly stable population of participating farmers;
- Organization of the farmers into functional associations for conservation purposes;
- Sensitization of farmers and their school-going children to agrodiversity as an effective strategy of conserving biodiversity while obtaining economic value from it, in addition to its ecological services.

Other significant achievements attributed to the participatory methodologies include:

- Biodiversity and agrodiversity assessment with local ethno-botanists and other expert farmers;
- Identification of traditional farming practices that favour biodiversity, notably *oprowka* or *proka*, a mulching technique that involves the chopping of cleared vegetation into bits and pieces, *in situ*, and leaving it to rot to add to soil nutrient, instead of burning it off;
- Expert-farmer-led demonstration of conservation methods (Figure 2);
- Propagation of activities that generate additional value from conservation, for example, honey beekeeping within forests conserved in the backyard (Figure 3; Gyasi and Nartey 2003);
- Successful application and further development of a methodology for determining best practices in on-farm conservation of farmers' yam varieties, *Dioscorea* and local rice, *Glaberrima*, on an on-going Bioversity project.

Over six years after their start, these activities are still being sustained (Gyasi et al. 2004).

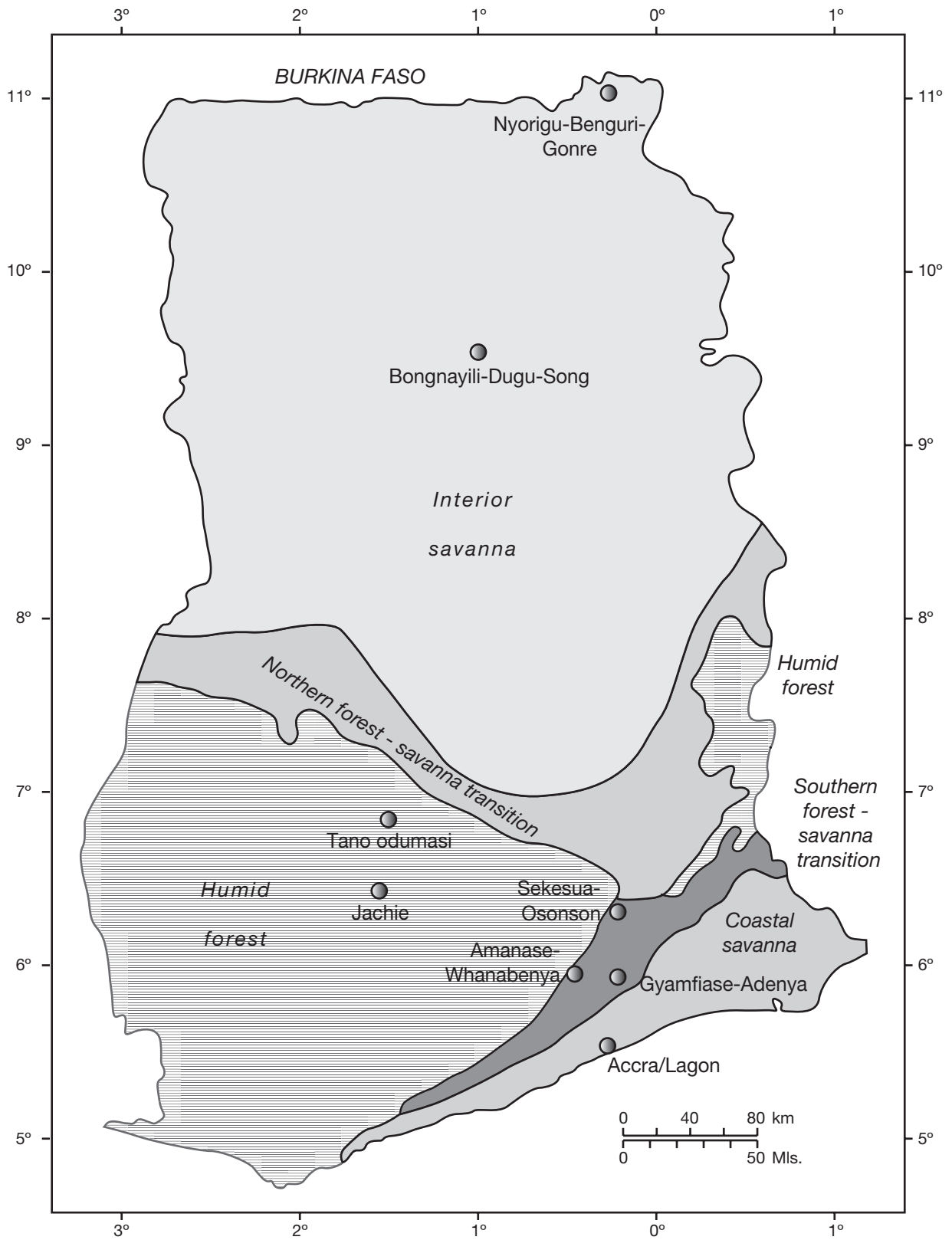


Figure 1: Major agro-ecological zones and PLEC demonstration sites in Ghana



Figure 2: A PLEC farmer giving a demonstration to school children on his farm



Figure 3: Honey bee-keeping in a conserved forest

### **Lessons**

A key factor in these achievements is the farmers' associations that serve as a medium for:

- Farmer-scientist interactions and collaborative work;
- Farmer-to-farmer interactions including the exchange of knowledge and germplasm;
- Reaching out to farmers and sensitizing them about conservation, especially as they relate to development;
- Mobilizing the latent knowledge, energy and other resources of farmers for conservation and development;
- Tapping or accessing external support, a major constraint on conservation and development at the grassroots;



- Carrying out demonstrations;
- Empowering farmers politically, socially and economically (Gyasi 2003, Gyasi, personal communication).

Farmer organizations need to be emphasized to attain sustainable optimal ways of managing biophysical resources to improve livelihoods. Other factors of success in the resource management agenda that need to be emphasised include:

- The commitment of scientists, stimulated by the opportunity to further their careers through well-funded research that is responding to social needs through imparting relevant realistic knowledge;
- Willingness of farmers to share their knowledge of resource management, motivated by their perception of such sharing as a way of enhancing their social recognition.

Thus a partnership of farmers and scientists stands to generate positive and mutually synergistic benefits and should, therefore, be encouraged. By bringing together scientists from various disciplines into a functional research team, PLEC-Ghana demonstrates the efficacy of an interdisciplinary methodology in research and development. Therefore, an important lesson is to emphasize interdisciplinary research.

By sustainably teaming up scientists from various universities (the University of Ghana - Legon, Kwame Nkrumah University of Science and Technology – Kumasi and University for Development Studies – Tamale), the PLEC project demonstrates the feasibility of generating positive research synergies through institutional collaboration. Thus, institutional collaboration may be an imperative in research on resource management.

The performance of the PLEC farmer associations shows that they are means of mainstreaming indigenous resource management knowledge. Therefore, farmer associations deserve to be encouraged. A post-project review of PLEC expresses that:

*“A continuation of PLEC into the next phase offers the promise of radically reforming agriculture and landscapes in ‘marginal areas’ to nurture ecologically and socially sustainable agricultural systems that create a landscape that in turn supports the conservation of biodiversity”* (Unpublished PLEC evaluation report).

## **Conclusion**

The initial PLEC successes demonstrate the promise of a participatory, farmer- centred, community-based approach to management of resources including landraces.

PLEC, therefore, seeks to apply and develop this methodology further through SLaM (Sustainable Land Management for Mitigating Land Degradation, Enhancing Agricultural Biodiversity and Reducing Poverty in Ghana), an offshoot project, whose overall goal is to “Contribute to sustainable ecosystem-based integrated land management in globally, nationally and locally significant land resources in agricultural areas under threat of land degradation, for greater ecosystem stability, enhanced food security and improved rural livelihoods” (Unpublished SLaM project document).

## **References**

- Brookfield H. 2001. Exploring Agrodiversity, Columbia University Press, New York.
- Brookfield H, Padoch C, Parsons H, Stocking M. (eds.). 2002. Cultivating Biodiversity: Understanding, Analyzing and Using Agricultural Diversity, ITDG Publishing, London.
- Brookfield H, Parsons H, Brookfield M. (eds.). 2003. Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World, United Nations University, Tokyo.
- Brush SB, (ed.). 2000. Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity, Lewis Publishers, Boca Raton.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2002. The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome.

- Gyasi EA, Nartey E. 2003. Adding value to forest conservation by bee-keeping at Sekesua-Osonson demonstration site in Ghana. *PLEC News and Views, New Series*, 1, pp. 12-14.
- Gyasi EA, Oduro W, Kranjac-Berisavljevic G, Saa Dittoh J, Asante W. 2003. Ghana.; In: *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World* (Brookfield, H, H. Parsons and M. Brookfield, eds.). United Nations University, Tokyo.
- Gyasi EA, Blay ET, Enu-Kwesi L, Kranjac-Berisavljevic G, Tanzubil PB, Oduro W, Quansah C, Agbenyega O, Buabeng S, Sarfo Mensah P. 2004. Sustaining resource conservation and development initiatives through farmers' associations: PLEC experiences in Ghana, *PLEC News and Views, New Series*, 5: 9-14.
- Gyasi EA. Demonstration sites and expert farmers in conservation of biodiversity; In: *Managing Agrodiversity the Traditional Way: Lessons from West Africa in Sustainable Use of Biodiversity and Related Natural Resources*, (Gyasi EA, Kranjac-Berisavljevic G, Blay ET, Oduro W, eds.) United Nations University Press, Tokyo, forthcoming.
- Pinedo-Vasquez M, Gyasi EA, Coffey K. 2002. PLEC demonstration activities: a review of procedures and experiences; In: Brookfield H, Padoch C, Parsons H and Stocking M. (Eds. 2002) *Cultivating Biodiversity: Understanding, Analyzing and Using Agricultural Diversity*, ITDG Publishing, London, pp. 105-125.
- Scientific Advisory Group. 1994. "Population, Land Management and Environmental Change (PLEC)" *PLEC News and Views* 2, p.1.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2000. *Convention on Biological Diversity*, Montreal.

*In situ* conservation and traditional knowledge—forest and agroforestry species

## Etude de la diversité génétique de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.: Implications pour la conservation des ressources génétiques

S. Sibidou<sup>1</sup>, H.I. Joly<sup>2</sup>, L.J.G. van der Maesen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre National des Semences Forestières, Burkina Faso

<sup>2</sup> Unité Gestion des ressources génétiques et dynamiques sociales au CIRAD-Forêt, Montpellier, France

<sup>3</sup> Groupe de Biosystématique et Herbarium National, Université de Wageningen, Pays Bas

### Résumé

*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth est une espèce soudano-sahélienne à usages multiples dont les produits, répandus en Afrique de l'Ouest, procurent d'importants revenus estimés en moyenne à cinq milliards FCFA par an pour le seul Burkina Faso. Fortement menacée à l'instar des autres espèces des zones arides et semi arides, une étude de diversité génétique de *Parkia biglobosa* est entreprise en vue de contribuer à une meilleure gestion des ressources génétiques de l'espèce. A cet effet, l'électrophorèse enzymatique sur gels d'acrylamide et d'amidon a été développée pour l'analyse de 64 populations de ladite espèce, dont les graines ont été récoltées dans la quasi-totalité de son aire de répartition. Le déterminisme génétique de cinq systèmes enzymatiques exhibant huit loci a été étudié. L'analyse a révélé chez *Parkia biglobosa* une certaine richesse allélique (nombre moyen d'allèles par locus = 5), un polymorphisme important (entre 62 et 100 %) et une forte diversité génétique ( $H = 0,34$ ) comparable à celle de *Faidherbia albida*. L'indice de fixation calculé pour la population totale ( $FIT = 0,24$ ) est apparu plus élevé que l'indice de fixation des populations prises isolément ( $FIS = 0,13$ ) probablement dû à l'effet Wahlund. L'étude a par ailleurs mis en évidence une différenciation entre les populations relativement importante traduisant un faible échange de gènes entre les populations et suggérant ainsi l'échantillonnage d'un grand nombre de populations réparties sur l'aire de distribution, dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie de conservation des ressources génétiques de *Parkia biglobosa*.

### Introduction

Suite aux effets conjugués du climat et des pratiques humaines, les pays des zones arides et semi-arides au Sud du Sahara menacés par la désertification consentent d'énormes efforts pour la reconstitution du couvert végétal d'une part et pour la protection des formations végétales encore existantes d'autre part. Si d'ambitieux programmes de reboisement y sont ainsi développés depuis de nombreuses années, il n'en est pas de même pour les aspects relatifs à la conservation et à la gestion durable des ressources génétiques des espèces forestières. Les espèces forestières tropicales comptent en effet parmi les espèces végétales dont la biologie et l'organisation génétique sont les moins connues, informations pourtant capitale pour une gestion efficiente des ressources génétiques.

*Parkia biglobosa*, espèce soudano-sahélienne à usages multiples, répandue en Afrique depuis le Sénégal et la Guinée en Afrique de l'Ouest jusqu'en Ouganda à l'Est, est une des espèces les mieux étudiées sur les plans écologique et socio-économique. Les études consacrées à son amélioration et à sa conservation sont assez récentes et portent essentiellement sur les essais de provenances établis dans quelques pays et les travaux réalisés sur sa biosystématique et son amélioration par Ouédraogo (1995). Il est cependant unanimement admis que des réserves de forêts et de parcs tropicaux devraient être mis en place et gérés de manière à préserver le maximum de variation intra-population et inter-population (Soulé 1980). Mais en l'absence de toutes données sur la variation intra-population et inter-population, aucune décision sérieuse ne peut être envisagée dans le sens de la préservation de cette variation (Ashton 1981).

C'est dans cette optique que se situe la présente étude sur la variabilité génétique de *Parkia biglobosa*, au moyen de l'électrophorèse. Il s'agit par cette approche d'évaluer le niveau et la distribution spatiale de la diversité génétique des provenances récoltées dans l'aire naturelle, dans l'optique de connaître le mode de reproduction et la distance génétique entre populations. Ceci peut ainsi aider à orienter à moyen terme un programme d'amélioration de l'espèce par la détermination des régions de provenance. En outre, c'est une technique qui permet de mettre en évidence les provenances qui possèdent des caractéristiques particulières et d'établir ainsi une stratégie de conservation des ressources génétiques.

Cette étude est complémentaire de celle réalisée par Ouédraogo (1995) et devra permettre de disposer d'informations nécessaires à l'élaboration d'une stratégie efficace de conservation et de gestion rationnelle des ressources génétiques de *Parkia biglobosa*. Le présent document expose quelques résultats de l'étude qui a été conduite au CNSF du Burkina Faso et à l'Université Agronomique de Wageningen dans le cadre d'un financement de l'Union Européenne. Il expose les aspects méthodologiques de l'électrophorèse, outil de plus en plus utilisé par les forestiers pour explorer le patrimoine génétique des arbres en se libérant de l'effet de l'environnement et présente quelques résultats sur les paramètres de diversité intra et inter-population.

## Matériels et méthode

### Matériel végétal

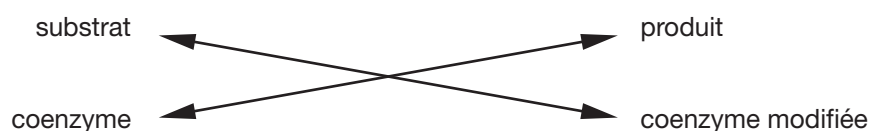
Des graines issues de fécondation libre ont été récoltées dans 64 populations naturelles réparties à travers 11 pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre couvrant la quasi-totalité de l'aire de distribution de *Parkia biglobosa*. Trois à sept populations ont été échantillonnées dans chacun des pays. Des récoltes de descendance séparées ont été faites sur 20 à 30 arbres par population soit un total de 1658 arbres. Une distance de 100 à 150 m a été respectée entre les semenciers afin d'éviter de récolter sur des arbres apparentés. Les graines récoltées sont ensuite prétraitées à l'acide sulfurique concentré sous agitation pendant 20 mn, puis rincées abondamment à l'eau avant d'être semées sur une couche de coton hydrophile imbibé d'eau dans une boîte transparente hermétiquement fermée. Elles sont ensuite mises à germer dans une enceinte tropicalisée sous photopériode de 16 heures à une température de 30° C. Au bout de 7 jours environ, les cotylédons sont verts, étalés et turgescents et les premières feuilles commencent à se développer, correspondant au meilleur stade physiologique pour l'extraction de l'activité enzymatique. Une graine par arbre mère est analysée.

### Principe de l'électrophorèse enzymatique

L'électrophorèse consiste à séparer des protéines (dans des conditions non dénaturantes) dans un champ électrique à un pH contrôlé. Dans ce champ, les protéines se meuvent comme tout corps chargé électriquement; la vitesse de migration dépend de la charge nette de la protéine et de sa facilité à se mouvoir dans l'environnement fixé (mailles formées par le gel).

Les protéines de charge nette négative migrent vers l'anode et celles de charge nette positive vers la cathode.

De même, les protéines les plus chargées iront plus loin en une même durée que les protéines les moins chargées, à masse et forme identiques. On mesure alors la mobilité électrophorétique, caractéristique de la protéine, par le déplacement de la molécule pendant un laps de temps donné dans un champ uniforme. Les protéines sont ainsi séparées selon leur charge électrique, leur taille et leur masse moléculaire. Pour visualiser les enzymes à leur emplacement sur les supports (gel d'amidon, de polyacrilamide, ou papier filtre), il faut les colorer spécifiquement. Quand les enzymes sont mis en présence de leur substrat et des divers corps chimiques



nécessaires à leur activité (coenzyme, ions, etc.), ils transforment le substrat à l'emplacement même où ils se trouvent selon la réaction générale (Pasteur et al. 1987):

Si le produit ou le coenzyme modifié ne sont pas colorés, leur formation peut être couplée à une seconde réaction chimique chromogène.

### **Extraction des enzymes**

Les cotylédons âgés de 7 jours sont prélevés, puis immédiatement broyés à une température de +4°C en présence de sable fin contenant 400 à 600 µl de tampon d'extraction selon la taille des cotylédons et le support de migration. Les broyats sont centrifugés à 1300 tr/mn dans des tubes Eppendorf pendant 25 mn à + 4°C. Le surnageant contenant les protéines solubles est utilisé le même jour, une perte d'activité de certains enzymes est observée dans les deux ou trois jours qui suivent.

### **Migration des extraits**

L'acrylamide et l'amidon sont utilisés comme support de migration. Pour l'acrylamide on utilise un système de tampon continu le TBE pH 8,3 dans une cuve BIORAD à migration verticale, permettant de réaliser quatre gels par cuve. Un gel dit de séparation de forte concentration en acrylamide (10%) est d'abord coulé, puis surmonté d'un gel de concentration à 3% devant contenir les puits où sont effectués les dépôts. Une couche de superficiel de butanol saturé en eau est déposée en surface pour favoriser la polymérisation des gels à l'abri de l'air. Quant à l'amidon, un système de tampon discontinu (gel et cuve) à base d'histidine pH 6,5 à migration horizontale est utilisé. Le dépôt des extraits est réalisé à 4°C. 10 µl de chaque extrait sont déposés dans des puits différents des gels d'acrylamide et du papier whatman n°2 (2 mm x 14 mm) imbibé d'extraits est introduit dans chaque puits des gels d'amidon. Deux extraits témoins et constants sont déposés dans 2 des 20 puits d'un même gel d'acrylamide et des 24 puits de gel d'amidon. Une goutte de 2 µl de bleu de bromophénol peut être ajoutée dans un puits pour visualiser le front de migration. La durée optimale de migration permettant une bonne résolution des bandes varie pour l'acrylamide de 4 à 5 h selon les systèmes enzymatiques, et est de 6 h pour l'amidon. La migration se déroule sous les conditions suivantes (maximales):

- Acrylamide:
  - puissance: 18 W
  - tension: 300 V
  - intensité: 60 mA/cuve
- Amidon:
  - puissance: 16 W
  - tension: 320 V
  - intensité: 50 mA/cuve

### **Paramètres de génétique des populations**

Divers paramètres permettant de quantifier la variabilité génétique intra et inter-population ont été calculés à l'aide du programme POPGENE version 1.31 (Yeh et Boyle 1999)

#### ***Diversité intra-population***

Cinq paramètres sont utilisés pour décrire la diversité intra-population:

- Nombre moyen d'allèles par locus où  $a$  représente le nombre d'allèles à un locus et  $l$  le nombre de locus étudiés. Ce paramètre traduit la richesse allélique d'une population.
- Taux de polymorphisme  $P$ . C'est le pourcentage des locus polymorphes dans l'échantillon étudié. La probabilité d'observer au moins deux allèles à un même locus dépend des fréquences respectives des allèles et aussi de la taille de l'échantillon. Dans la présente étude, un locus est considéré polymorphe dans le cas où l'allèle le plus fréquent a une fréquence inférieure à 0,95.



- Taux d'hétérozygotie observé  $H_{ok}$ . C'est la proportion d'individus hétérozygotes au locus k.  $P_{ij}$  est l'estimation de la fréquence du génotype ij au locus k et  $a_k$  le nombre d'allèles au locus k. Si on considère l locus le taux d'hétérozygotie observé  $H_o$  est la moyenne de  $H_{ok}$ .
- Taux d'hétérozygotie attendue  $H_{ek}$ . Dans une population en équilibre panmictique (association au hasard des allèles), chaque génotype a pour fréquence le produit des fréquences des allèles ( $p_i$ ) qui le constituent. Si on considère les hétérozygotes, on peut calculer le taux d'hétérozygotie attendue.
- Ecart à la panmixie F. L'écart entre la proportion d'individus trouvés à l'état hétérozygote ( $H_o$ ) et le taux d'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) est mesuré par le paramètre F appelé indice de fixation  $F = 1 - H_o/H_e$ . Il varie de -1 à 1 et permet de connaître le déficit en hétérozygotes par population, par locus et pour l'ensemble des loci. F est positif quand la population présente un déficit en hétérozygotes par rapport à l'équilibre panmictique et négatif dans le cas contraire. La signification des écarts est estimée par un test dens.
- Nombre d'allèles efficaces  $A_e$ . C'est le nombre d'allèles que la population devrait présenter en fréquence égale pour avoir le même indice de diversité.  $A_e = 1/(1-H_e)$ .

Ces paramètres sont estimés pour chaque locus et la moyenne est prise sur tous les loci.

### *Diversité inter-population*

- Distances génétiques.  
Le degré de ressemblance ou de dissemblance génétique des populations est estimé par des distances génétiques. Les populations étudiées sont représentées graphiquement sur un dendrogramme de telle sorte que les plus proches génétiquement se regroupent. Nous avons retenu dans cette étude la distance de Nei (1978) parce qu'elle est fréquemment utilisée en génétique des populations et la distance absolue (ou distance de Prevosti) car c'est la seule distance génétique à posséder les propriétés mathématiques d'une distance.
- Statistiques F  
Pour mesurer l'organisation de la diversité génétique dans une population divisée en sous-populations, Wright (1965) a défini trois paramètres FIT, FIS et FST appelés statistiques F et désignant respectivement les indices de fixation d'un individu de la population, d'un individu d'une sous-population et d'une sous-population. FIS et FIT mesurent la corrélation entre les gamètes d'un même individu tiré au hasard respectivement dans une sous-population et dans la population totale; FST représente la corrélation entre deux gamètes tirés au hasard dans deux sous-populations différentes et renseigne sur le niveau de différenciation des sous-populations. Ces trois paramètres sont reliés par la formule suivante:  $1 - FIT = (1 - FIS) (1 - FST)$
- Flux de gène  
La différenciation génétique entre sous populations est favorisée par la dérive et limitée par les flux géniques entre sous populations. Le taux de migration m est relié à la différenciation génétique par la relation:  $Nm = (1-FST)/4FST$  où N représente le nombre effectif d'individus d'une sous-population.

## **Résultats**

### **Déterminisme génétique**

Treize systèmes enzymatiques ont été testés sur gels d'acrylamide et/ou d'amidon. Cinq d'entre eux présentant des zymogrammes lisibles et interprétables ont été retenus:

- Alamine aminopeptidique AAP (EC 3.6.11.1). Révélé sur gel d'acrylamide, l'AAP est un monomère dont le zymogramme montre 3 zones différentes correspondant à 3 loci. Seul l'AAP-2 et l'AAP-3 avec chacun 3 allèles ont été considérés.

- Acide de phosphatase ACP (EC 3.1.3.2). c'est un acide monomérique qui exhibe 5 loci dont 2 ont été retenus pour l'analyse. ACP-3 et ACP-4 avec 3 niveaux d'allèles chacun.
- Shikimate déshydrogénase SKD (EC 1. 1.1.25). Seul 1 locus est noté pour ce système monomérique révélé sur l'amidon. Cinq niveaux d'allèles ont été enregistrés pour SKD.
- 6-Phosphogluconate déshydrogénase 6PGD ( EC 1.1.1.44). Système dimérique révélé sur gel d'amidon, le zymogramme présente 2 zones de migrations et locus le moins rapide, 6PGD-2 avec 3 allèles a été considéré pour l'analyse.
- Peroxidase PRX (EC 1.11.1.7). C'est un système monomérique présentant une bonne résolution sur l'amidon. Le zymogramme exhibe 2 loi interprétables présentant chacun 2 allèles. Au total, 8 huit loci ont été ainsi pris en compte pour l'analyse enzymatique.

## Analyse de la variabilité génétique

### Variabilité intra-population

Les fréquences alléliques ont été calculées pour chaque population. La distribution des allèles, dont le nombre varie de deux pour le PRX-1 et le PRX-2 à six pour le SKD, est assez identique dans la plupart des populations, les allèles les plus fréquents étant presque identiques dans la plupart des populations. C'est le cas de l'allèle 2 qui est souvent, sinon toujours le plus fréquent dans les différents loci de toutes les populations étudiées. On note l'absence de l'allèle 1 du locus AAP-2 dans toutes les populations du Burkina Faso. Certains allèles de faible fréquence comme l'allèle 5 du locus AAP-3 se rencontrent seulement dans deux populations: Magnan (Togo) et Toucountouna (Bénin). L'allèle 6 du SKD apparaît spécifique à la population de Baria au Sénégal.

D'une manière générale la fréquence de l'allèle 4 de AAP-2, l'allèle 4 de AAP-3, les allèles 4 et 5 des loci SKD et ACP-4 et l'allèle 4 de ACP-3 est très faible dans toutes les populations. Le nombre moyen d'allèles par locus varie de 1,8 pour la population de Nong (Cameroun) à 3,3 pour la population de Magnan au Togo ce qui est relativement important (Tableau 1). Le pourcentage de polymorphisme est relativement important et se situe entre 62% pour la population de Gashiga et 100% pour quelques populations.

Les taux d'hétérozygotie observée  $H_o$  varient de 0,17 à 0,45 selon les populations et les taux d'hétérozygotie attendues  $H_e$  (diversité génétique) de 0,20 à 0,39. Les populations du Togo ( $H_e$ : 0,34 à 0,37), Ghana ( $H_e$ : 0,30 à 0,38) et Bénin ( $H_e$ : 0,26 à 0,39) exhibent les plus forts taux d'hétérozygotie. La majorité des populations étudiées présentent un déficit en hétérozygotes. Quelques populations sont soit en équilibre panmictique soit présentent un léger excès en hétérozygotes. Ce sont Darsalamy (Burkina Faso), Koutoura (Burkina Faso), Nassablé (Togo), Lofini (Mali), Fourou (Mali), Gashiga (Cameroun), Karamogolo (Côte d'Ivoire), Minignan (Côte d'Ivoire), Simbandy (Sénégal), Maidiguri (Nigeria), Bouma (Niger) et Kaka Sakara (Nier). L'indice de fixation relativement élevé, varie de 0,28 à 0,64 et confirme le défaut d'hétérozygotes.

### Variabilité inter-population

Les indices de fixation ont été calculés pour tous les loci (Tableau 2). La plupart des loci présentent un déficit en hétérozygotes aussi bien au niveau des individus que de la population totale comme le montrent les tableaux 1 et 2. Seuls l'ACP-4 (FIS= -0,19; FIT= -0,11) exhibe un excès d'hétérozygotes et le PGD-2 (FIS= -0,01) est en équilibre panmictique. La différenciation entre les populations (FST = 0,13 est relativement importante. Les valeurs moyennes de FIT = 0,24 et FIS = 0,13 traduisent ce défaut d'hétérozygotes du particulièrement aux loci AAP-2 (FIT = 0,44), SKD (FIT = 0,45) et PRX-2 (FIT = 0,46). La différenciation entre les populations (FST = 0,13) possède une valeur relativement importante.

## Discussion – Conclusion

Les résultats obtenus suggèrent les observations suivantes: La distribution des fréquences alléliques, le nombre moyen d'allèles par locus (4,3) et le taux de polymorphisme (entre 62% et 100%) traduisent une richesse allélique de *Parkia biglobosa*. Ces chiffres sont nettement plus importants que ceux calculés pour de nombreux *Acacia australiens* en particulier *Acacia mangium*,

Tableau 1: Paramètres de diversité intra-population

Populations	A	P	Ho	He	F
Pama-BF	2,63	75	0,26	0.34	0,22
Toeghin-BF	2,50	87,5	0,30	0.34	0,10
Saponé-BF	2,50	100	0,21	0.3	0,18
Darsalamy-BF	2,75	100	0,33	0.32	-0,03
Koutourou	2,50	87,5	0,34	0.33	-0,02
Tiébéle-BF	2,38	87,5	0,24	0.32	0,28
Gaoua-BF	2,63	87,5	0,22	0.27	0,17
Timbou-TOG	2,50	87,5	0,20	0.34	0,42
Bafilo-TOG	2,75	87,5	0,27	0.37	0,25
Magnan-TOG	3,13	87,5	0,33	0.36	0,07
Konkouare-TOG	2,62	87,5	0,31	0.34	0,08
Nanergou-TOG	2,25	87,5	0,32	0.36	0,10
Nassablé-TOG	2,63	87,5	0,34	0.34	0,02
Nbeso-MAL	2,62	87,5	0,26	0.27	0,02
Borioni-MAL	2,50	87,5	0,27	0.31	0,13
Lofini-MAL	2,63	87,5	0,27	0.27	0,01
Diomaténé-MAL	2,88	87,5	0,25	0.27	0,08
Nafegué-MAL	2,63	75	0,24	0.28	0,13
Katéle-MAL	2,63	100	0,29	0.31	0,06
Fourou-MAL	2,63	100	0,35	0.33	-0,05
Ho-kpandu-GH	2,63	87,5	0,25	0.3	0,16
Bawku-East-GH	2,88	100	0,33	0.38	0,13
Bawku-Bolga-GH	2,38	100	0,32	0.33	0,03
Krachi-GH	2,75	87,5	0,20	0.31	0,34
Dambaï-GH	2,75	87,5	0,32	0.34	0,05
Mbor-CAM	2,50	100	0,20	0.32	0,38
Gashiga-CAM	1,88	62,5	0,28	0.23	-0,25
Ngong-CAM	1,75	62,5	0,22	0.23	0,03
Poli-CAM	2,50	62,5	0,20	0.26	0,25
Wourouwate-CAM	2,63	62,5	0,24	0.29	0,14
Nakong-CAM	2,38	62,5	0,19	0.3	0,37
Mbaiboum-CAM	2,13	62,5	0,22	0.25	0,11
Dolekaha-CI	2,13	75	0,26	0.27	0,05
Tiendéri-CI	2,13	75	0,25	0.26	0,05
Karamogolo-CI	2,13	75	0,29	0.28	-0,06
Kafiofi-CI	2,50	87,5	0,22	0.32	0,33
Broundougou-CI	2,13	87,5	0,23	0.25	0,09
Minignan-CI	2,63	87,5	0,20	0.2	0,02
Ouangofitini-CI	2,63	100	0,26	0.35	0,26
Konkouré-GU	2,88	75	0,29	0.32	0,10
Bakaria-GU	2,38	62,5	0,22	0.26	0,17
Dabola1-GU	2,50	75	0,25	0.28	0,09
Sikhourou-GU	2,38	75	0,29	0.3	0,04
Segueya-GU	2,00	75	0,15	0.28	0,46

Tableau 1: (suite)

Populations	A	P	Ho	He	F
Kolda-SEN	2,00	62,5	0,17	0,26	0,34
Saré Yoba-SEN	1,88	75	0,19	0,28	0,34
Dabo-SEN	2,75	87,5	0,25	0,32	0,20
Baghere-SEN	2,63	75	0,27	0,31	0,14
Simbandy-SEN	2,63	75	0,30	0,3	-0,01
Baria-SEN	3,13	75	0,27	0,31	0,15
Dieng-SEN	2,13	75	0,26	0,29	0,11
Tchaclakou-BEN	2,50	87,5	0,29	0,39	0,24
Pepergou-BEN	2,50	87,5	0,26	0,33	0,21
Kotopounga-BEN	2,63	87,5	0,34	0,36	0,06
Nttitengou-BEN	2,13	75	0,28	0,34	0,17
Manta Dik.-BEN	2,63	87,5	0,25	0,36	0,31
Toucountouna-BEN	2,38	75	0,25	0,26	0,05
Kaduna-NA	2,38	75	0,24	0,31	0,23
Ilorin-NA	2,13	87,5	0,45	0,34	0,35
Auchi-NA	2,63	75	0,25	0,29	0,12
Maidiguri-NA	2,50	87,5	0,28	0,27	0,06
Bouma-NR	2,13	87,5	0,25	0,24	0,04
Souley Koara-NR	2,25	87,5	0,24	0,26	0,07
Kaka Sakara-NR	2,38	87,5	0,29	0,3	0,02
Population totale	4,13	100	0,26	0,34	0,24

chez lequel le nombre moyen d'allèles par locus est de 1,14 et le taux de polymorphisme de 6,67 (Moran et al. 1989a). Ces valeurs restent toutefois inférieures à celles de *Acacia albida* avec  $A = 3,4$  et  $P = 91 \%$  (Joly et al. 1992, Sina 1992). Le taux moyen d'hétérozygotie attendu  $H_e = 0,309$  est bien plus élevé que celui de plusieurs espèces étudiées:  $H_e = 0,141$  pour *Acacia crassicarpa*,  $H_e = 0,146$  pour *Acacia auriculiformis* (Moran et al. 1989b),  $H_e = 0,025$  pour *Acacia mangium* (Moran et al. 1989a). La très faible diversité de cette dernière serait due à l'histoire de l'espèce, localisée dans une zone à moins de 200 m d'altitude et ayant connu au cours du temps de fortes variations climatiques.

La diversité de *Parkia biglobosa* reste également supérieure à celle d'espèces anémophiles des régions tempérées:  $H_e = 0,185$  pour *Pinus jeffreyi* (Furnier et Adams 1986),  $H_e = 0,270$  chez

Tableau 2: F-statistiques pour tous les loci

Locus	Fis	Fit	Fst	Nm
Aaap-2	0,4	0,44	0,08	2,89
Aap-3	0,16	0,25	0,12	1,9
Acp-3	0,11	0,23	0,14	1,5
Acp-4	-0,19	-0,11	0,06	3,8
Pgd	-0,01	0,2	0,21	0,96
Prx-1	0,31	0,33	0,03	7,15
Prx-2	0,4	0,46	0,1	2,14
Skd	0,32	0,45	0,19	1,07
Moyenne	0,13	0,24	0,13	1,61

les conifères (Mitton 1983),  $H_e = 0,182$  pour *Pseudotsuga menzeissi* (Li et Adams 1988) et à celle d'espèces entomophiles comme les eucalyptus avec  $H_e = 0,182$  (Moran et Bell 1983).

La différenciation entre les populations ( $F_{ST} = 0,13$ ), relativement importante est comparable à celle d'*Acacia albida*,  $F_{ST} = 0,123$  calculée pour l'ensemble de son aire de répartition (Joly 1991). Cette différenciation assez élevée indique qu'une grande part de la diversité est d'origine inter-population. Ceci traduit un faible échange de gènes entre les populations de *Parkia biglobosa*. Ouédraogo (1995) et Oni (1997) ont établi une très faible implication des chauves-souris dans la pollinisation de *Parkia biglobosa*. Les principaux pollinisateurs sont les abeilles et leurs mouvements restent limités au sein d'une même population, ce qui limiterait les flux de gènes entre les peuplements et expliquerait la différenciation observée entre les populations. Si certains auteurs, dont Hopkins (1953) et Baker et Harris (1952), ont mis en avant le rôle des chauves-souris, celles-ci ne semblent pas fortement impliquées dans la pollinisation de *Parkia biglobosa* dans les zones d'Afrique de l'Ouest et du Centre.

Il convient pour mieux expliquer ces résultats de disposer d'informations complémentaires sur le système de reproduction de *Parkia biglobosa* et les flux de gène entre populations, l'organisation de la diversité génétique des arbres forestiers étant fortement influencée par ces facteurs. En outre, la connaissance de l'histoire évolutive d'une espèce est importante pour comprendre sa structure génétique, la répartition de la diversité génétique des espèces étant affectée par leur histoire (Hamrick 1989).

En conclusion, la présente étude a permis de mettre en évidence chez *Parkia biglobosa* une richesse allélique, une forte diversité génétique dont la répartition sera expliquée entre autre par les données de la biologie de la reproduction, dont l'analyse est toujours en cours. Par ailleurs, l'étude a révélé une différenciation assez importante entre les populations, ce qui suggère l'échantillonnage d'un nombre suffisamment important de populations sur l'aire de répartition de l'espèce, dans le cadre d'une stratégie de conservation des ressources génétiques de ladite espèce. En raison du régime de reproduction à prédominance allogame de *Parkia biglobosa* (Ouédraogo 1995, Oni 1997), une récolte importante de graines sur un nombre relativement réduit d'individus par population devrait suffire à assurer une bonne conservation de la diversité génétique.

## Références

- Ashton PS. 1981. Techniques for the identification and conservation of threatened species in tropical forests. In: The biological aspect of rare plant conservation (H. Synge, ed.). pp. 155 – 164. John Wiley & Sons, New York.
- Backer HG, Harris BJ. 1957. The pollination of *Parkia* by bats and its attendant evolutionary problems. *Evolution* 11: 449-460.
- Furnier GR, Adams WT. 1986. Mating system in natural populations in Jeffrey pine. *American Journal of Botany* 73: 1002-1008
- Hamrick JL. 1989. Isozymes and the analysis of genetic structure in plant population. In: Isozymes in plant biology, 87-105 (Soltis DE et Soltis PS, eds.)
- Hopkins HC. 1953. The taxonomy, reproductive biology and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Africa and Madagascar. *Botanical Journal of the Linnean Society* 87: 135-167.
- Joly HI. 1991. Population genetics of *Acacia albida*. *Bulletin of the International Group of the study of Mimosoideae* 85-95.
- Joly HI, Zeh-Nlo M, Danthu P, Aygalent C. 1992. Population genetics of an African *Acacia*: *Acacia albida*. I. Genetic diversity of populations from West Africa. *Aust. J. of Bot.* 40:59-73.
- Li P, Adams WT. 1988. Range-wide patterns of allozymes variation in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Canadian Journal of Forestry Research* 19: 149-161.
- Mitton JB. 1983. Conifers. In: Isozymes in plant genetics and breeding, Part B (Tanksley SD et Orton TJ, eds). Elsevier 423-443.
- Moran GF, Bell JC. 1983. Eucalyptus. In: Tanksley SD et Orton TJ (eds). Isozymes in plant genetics and breeding Part B. Elsevier, pp. 423-443.
- Moran JF, Muona O, Bell JC. 1989a. *Acacia mangium*: a tropical forest tree of the coastal lowlands with low genetic diversity. *Evolution* 43:231-235.



- Moran JF, Muona O, Bell JC. 1989b. Breeding system and genetic diversity in *Acacia auriculiformis* and *Acacia crassicarpa*. *Biotropica* 21:250-256.
- Nei M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89:723-760.
- Oni PI. 1997. *Parkia biglobosa* (Jacq) Benth. In: Nigeria: A resource assessment. Ph.D. Thesis, University of Wales, Bangor. 208 pp.
- Ouédraogo AS. 1995. *Parkia biglobosa* (Leguminosae) en Afrique de l'Ouest: Biosystématique et Amélioration. 205 pp.
- Pasteur N, Pasteur G, Bonhomme F, Catalan J, Britton-Daviddian J. 1987. Manuel technique de génétique par électrophorèse des protéines. Techniques et documentation (Lavoisier). 217 pp.
- Sina S. Contribution à l'étude de la variabilité génétique des populations naturelles d'*Acacia albida* (Del.) du Burkina Faso. Apport du polymorphisme isoenzymatique. Mémoire de DEA. Université Nancy. 33 pp.
- Soulé ME. 1980. Thresholds for survival: maintaining fitness and evolutionary potential. In: Conservation Biology. pp. 153-169
- Wright S. 1965. The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating. *Evolution* 19:395-420.
- Yeh FC, Boyle T. 1999. POPGENE version 1.32. The user-friendly software for population genetic analysis. University of Alberta and CIFOR, Calgary, Alta.

## Minimally-invasive reforestation as a model for *in situ* and *ex situ* plant conservation

J.O. Faluyi, A. Adebowale

Department of Botany, Obafemi Awolowo University Ile-Ife, Nigeria

### Abstract

This paper reports progress in the reforestation project at the Obafemi Awolowo University as a case study of one site that has been planted with *Elaeis guineensis* at a spacing of 78 m x 39 m and managed under the minimally-invasive strategy for three years. A total enumeration of site shows that there are 54 species in 19 families in site JSQ1 that is about 2.5ha. The tree species are mainly saplings and seed recruitment is rather low as a result of perennial farming activities on the site. The cover in site JSQ1 is only 31% indicating that the land can still be seeded with desired plants to improve its species diversity, richness and abundance. An activity chart detailing the major elements of the minimally-invasive strategy, its dynamics and mechanisms has been produced.

### Introduction

Wild genetic resources provide food, fodder, fuel-wood, fibre, oils, medicinals and materials for cultural use. The global concern for the protection of the environment arose in the 1960s and the early 1970s when publications from naturalists and scholars in Europe and the Americas appeared. Such publications include those of Hardin (1968), Erlich and Erlich (1970), Iltis (1967, 1968), Iltis et al. (1970a, 1970b). In 1972, the United Nations Environment Programme (UNEP) was launched at the UN Conference on the Human Environment that was held in Stockholm, Sweden. UNEP has since exercised its mandate to collate and analyse data for the understanding of the earth's environment and promotion of conventions to protect the ozone layer, to regulate the movement of dangerous industrial and other wastes, and to promote the conservation of the earth's biological diversity. The "Earth Summit" (United Nations Conference on Environment and Development) held in Rio de Janeiro, Brazil represents a major global concern about biodiversity loss and an initiation of global practical will to combat it.

The Man and Biosphere Committee in Nigeria organized a lot of baseline work, nationally, on the Nigerian savanna (Sanford et al. 1982). Some government parastatals like the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology and the Federal Environmental Protection Agency have also been involved in the protection of the environment and biodiversity.

The Reforestation Project at the Obafemi Awolowo University is the initiative of the University Administration to redress the extensive decimation of the environment occasioned by the activities associated with logging and indiscriminate farming all over the university estate that consists of 11 850 hectares out of which the central campus occupies 5605 hectares. Unauthorized farming along the lake has led to heavy silting of the artificial lake on Opa River from which the water supply of the university is sourced. The objectives of the project are:

1. To identify and demarcate sites to be kept as reserves and parks in the estate;
2. To reclaim over-farmed areas by planting economic tree species in an ecologically-balanced mixture;
3. To increase tree species richness of the site by reseeding them with endangered/rare species.

The project took off in May 2001 with the establishment of five palm estates around the lake based on the principles of minimal invasion of the existing ecosystem. The major elements of minimally-invasive reforestation are:

1. Careful clearing at inception to save, as much as possible, all tree seedlings and saplings; this process continues for all clearing exercises.

2. Adoption of a practical planting distance for the palm to ensure that they can develop without competition from native trees;
3. Quarterly survey of the plantation for tree seedlings recruited from the native seed bank;
4. Total identification and enumeration of all the tree species in the plantation;
5. Discriminate felling of tree species that disturb the economic tree at some convenient stage in the maturation of the economic tree species;
6. Seeding of the plantation with seedlings of desired tree species (endangered species, utility fruit species, medicinal plants, species with high cultural value, and so forth).

This paper reports the potentials for plant genetic resources conservation (*in situ* and *ex situ*) in Site JSQ1 of the Reforestation Project of the Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria that has been managed according to the minimally-invasive strategy for three years.

### Materials and methods

At inception in 2001, a parcel of land bounded by the Junior Staff Quarters and the Opa River towards the East Gate of the Campus was cleared, ensuring that all the tree saplings and seedlings that were evident were spared; all the climbers were, however, cleared. *Elaeis guineensis* (Dura x Pisifera hybrid developed by the Nigerian Institute for Oil Palm Research, Benin, Nigeria) were transplanted as 1-year old seedlings at a spacing of 78 m x 39 m. This distance was adjusted whenever a tree was encountered. The plantation on which this report is based is now 2.5 hectares.

A total enumeration of the trees was done at baseline. The trees were identified to the species level. The entire plantation was surveyed every three months and the tree seedlings emerging from the seed bank were documented and marked out to avoid destruction during weeding. The same labour hands were used to ensure that this mode of weeding became a culture.

The entire plantation was divided into transects of 5 m. Each transect was explored at every 1 m distance and scored for the absence or presence of canopy cover. To estimate the cover, the number of hits that recorded a cover was expressed as percentage of the total number of hits.

### Results

Table 1 lists the plant species identified in the plantation. There are 56 species in 19 families. Only two of the tree species can be considered matured – one *Triplochiton scleroxylon* (the only one in the plantation) and one *Antiaris africana*. The others are saplings and seedlings. *Newbouldia laevis* is the most frequent tree species (78) followed by *Glyricidia sepium*, *Morus mesozygia*, *Albizia zygia*, *Antiaris africana* and *Pterocarpus milbraedi*.

The other plants are in low frequencies. *Melicia excelsa* is an upcoming timber species that was recruited from the seed bank within the last three years although there is no matured stand of the plant in the plantation. The situation with *Antiaris africana* is the conversen– there is a mature stand in the plantation and the saplings are also relatively frequent.

Table 2 shows the frequencies of the 19 families encountered on JSQ1. The family Bignoniaceae tops the list followed by the Moraceae that is closely followed by the Papilionoidae. *Glyricidia sepium* contributed about 50% of the population of the Papilionoidae and its incidence is due essentially to its use as stakes for yam and fodder for domestic animals kept by residents in the Junior Staff Quarters. *Newbouldia laevis* contributed about 78% of the population of the Bignoniaceae. It is an endemic species in our area.

Table 2 also shows that only 8 of the 21 families produced seedlings, with the Moraceae topping the list followed by the Sapindaceae and then the Bignoniaceae. None of the trees is outstanding in seedling production although a few of them are prolific in seed production. Examples are *Newbouldia laevis*, *Blighia sapida* and *Blighia unijugata*.

Assessment of cover shows that the area has only 31% cover. This shows that the land is largely open (Figure 1). The dominant shade trees are *Albizia zygia*, *Albizia glaberrima* and *Albizia adianthifolia*. The most abundant trees, for example, *Newbouldia laevis* and *Glyricidia sepium* are either high profile trees with limited canopy as in *Newbouldia* or overused trees with drastically curtailed canopies as in *Glyricidia*. Since most of the trees are also saplings, the low value for cover is understandable.

Table 1: List of plants in Site JSQ1 of the Reforestation Project

Species no.	Species name	Family	Category	Frequency
1	<i>Blighia sapida</i>	Sapindaceae	T, sp, sd <sup>9</sup>	4
2	<i>Blighia unijugata</i>	Sapindaceae	sd	4
3	<i>Phyllanthus muellerianus</i>	Euphorbiaceae	sp	1
4	<i>Securinegea virosa</i>	Euphorbiaceae	sp	9
5	<i>Spondias mombin</i>	Anarcadiaceae	T, sp, sd	8
6	<i>Morus mesozygia</i>	Moraceae	Sp, sd	24
7	<i>Newbouldia laevis</i>	Bignoniaceae	T, sp, sd	78
8	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	T, sp, sd	15
9	<i>Albizia zygia</i>	Mimosaceae	T	22
10	<i>Albizia glaberrima</i>	Mimosaceae	T, sp	15
11	<i>Morinda lucida</i>	Rubiaceae	T, sp	22
12	<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae	T, sp, sd	17
13	<i>Rothmania longiflora</i>	Rubiaceae	sp	1
14	<i>Malotus oppositifolius</i>	Euphorbiaceae	sp	4
15	<i>Holarrhena floribunda</i>	Apocynaceae	T	7
16	<i>Glyricidia sepium</i>	Papilionoidae	T	45
17	<i>Gnestis ferruginia</i>	Conaraceae	sp	4
18	<i>Antiaris africana</i>	Moraceae	T, sp, sd	18
19.	<i>Nauclea latifolia</i>	Rubiaceae	T	5
20	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Papilionoidae	sp,sd	11
21	<i>Margaritaria discoideus</i>	Euphorbiaceae	T,sp	9
22	<i>Ficus mucoso</i>	Moraceae	T	11
23	<i>Pterocarpus milbraedi</i>	Papilionoidae	T, sp	20
24	<i>Napoleona vogelli</i>	Lecythedaceae	sp	2
25	<i>Voacanga africana</i>	Apocynaceae	sp	8
26	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Moraceae	T	1
27	<i>Lonchocarpus sianescens</i>	Papilionoidae	sp	4
28	<i>Glyphea braevis</i>	Tiliaceae	sp	4
29	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	T	2
30	<i>Baphia nitida</i>	Papilionoidae	sp	11
31	<i>Melicia excelsa</i>	Moraceae	sp, sd	8
32	<i>Trema orientalis</i>	Ulmaceae	T	3
33	<i>Markhamia tomentosa</i>	Bignoniaceae	sp	11
34	<i>Alchornea laxiflora</i>	Euphorbiaceae	sp	3
35	<i>Manihot glaziovii</i>	Euphorbiaceae	T, sp	6
36	<i>Ficus sur (Ficus capensis)</i>	Moraceae	sp	3
37	<i>Myrianthus arboreus</i>	Moraceae	T, sp	9
38	<i>Bridelia micrantha</i>	Euphorbiaceae	sp	5
39	<i>Aegelia obliqua</i>	Conaraceae	sp, sd	3
40	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Apocynaceae	sp	2
41	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	Anarcadiaceae	sp	8
42	<i>Monodora tenuifolia</i>	Annonaceae	sp	2
43	<i>Dalbergia lutia</i>	Papilionoidae	sp	1
44	<i>Alstonia boonei</i>	Apocynaceae	sp	1
45	<i>Kigelia africana</i>	Bignoniaceae	T, sp	8

Table 1: (cont.)

Species no.	Species name	Family	Category	Frequency
46	<i>Albizia adianthifolia</i>	Mimosoidae	T	1
47	<i>Pleioceras barteri</i>	Apocynaceae	sp, sd	2
48	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	T, sp	7
49	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	T, sd	4
50	<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae	sp	4
51	<i>Vernonia amygdalina</i>	Asteraceae	sp	4
52	<i>Thevetia nerifolia</i>	Apocynaceae	sp	1
53	<i>Sterculia tragacantha</i>	Sterculiaceae	sp	4
54	<i>Elaeis guineensis</i>	Palmae	T, sp	3
55	<i>Bambusa vulgaris</i>	Gramineae	sp	1
56	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Mimosoidae	sp	11

<sup>3</sup> sp = sapling, sd = seedling, T = tree

Table 2: Frequency of families and seedlings in the site studied

No.	Families	Frequencies	Seedlings	No.	Families	Frequencies	Seedlings
1.	Papilionoidae	92	2	11.	Annonaceae	02	-
2.	Anarcadiaceae	18	2	12.	Rubiaceae	31	-
3.	Bignoniaceae	101	4	13.	Moraceae	94	17
4.	Asteraceae	4	-	14.	Lecythedaceae	03	-
5.	Euphorbiaceae	38	-	15.	Sterculiaceae	4	-
6.	Bombacaceae	7	-	16.	Tiliaceae	4	-
7.	Apocynaceae	21	22	17.	Melineae	3	-
8.	Mimosoidae	39	-	18.	Conaraceae	15	1
9.	Palmae	3	-	19.	Gramineae	7	1
10.	Sapindaceae	14	6				



Figure 1: View of site JSQ1 showing the denser canopies (left) and JSQ1 showing a more open section (right)

### Discussion

The ambient vegetation of site JSQ1 is a regrowth forest situation in which *Albizia zygia*, *Albizia glaberrima* and to some extent *Albizia adianthifolia* form the dominant species. There is reason to suggest that, but for the long history of subsistence farming on this stretch of land, it would



have been a regrowth forest. Because of the long history of unauthorized use of land in the university estate, there is no primary forest standing any where on the estate. Chukwuka and Isichei (1997) classified the local vegetation of the campus as lowland rainforest agricultural mosaic with small patches of derived savanna on inselbergs. This definition recognizes the impact of agriculture on the original vegetation of the university estate. There are three major consequences of farming on this piece of land:

- Drastic reduction in the cover leading to almost open land;
- Drastic depletion of the native seed bank occasioned by regular agitation of the soil during weeding; the evidence for this is the low frequency of seedlings of even dominant species like *Albizia zygia* and *Newbouldia laevis* that normally germinate well.
- High frequency of species introduced for cultural use, for example, *Glyricida sepium* which is used for staking yam and as fodder.

Despite these limitations, the species richness of the site is quite impressive. It is more likely that the species richness will improve further by dispersal into the site from the ambient vegetation and other ecosystems farther away.

The poor recruitment of seedlings to the plant population in the site can be attributed to disturbance of the soil as a result of farming activities. It is imaginable that plants whose seeds can tolerate disturbance will contribute more to the seedling population. The Moraceae produced the highest number of seedlings probably because the seeds are small, and their germination requirement can be met in spite of the disturbance to the sub-soil.

Figure 2 shows an activity chart encompassing all the operations that are necessary to make minimally-invasive reforestation succeed in a time frame. At baseline, the important issues are the mode of clearing, total enumeration of plant species and the determination of planting distance that will allow economic return from the cash crop and permit an optimum stocking of site with desired tree seedlings and recruited seedlings from the seed bank. In year two, monitoring of the cash crop for performance can begin for palm particularly if the seedlings were up to one year old at establishment. Etiolation is the major phenomenon that shading can engender and it can be checked easily by comparing performance parameters of plants in the open and shade. Based on performance monitoring, some discriminate felling of trees for the cash crop can be carried out. The decision to fell will be a careful balance of economic returns with genetic diversity. The point must be made, however, that if a tree must be felled, it can be replaced as a seedling in an open space except if it is abundant.

The reforestation project at Ife has reached the third year and is at the stage of felling trees that shade our palms significantly. The major tree species that shade heavily are *Mangifera indica*, *Margaritaria discoideus*, *Azadirachta indica* and the *Albizia* when they occur in clusters. *Newbouldia laevis* is a high profile tree with very tolerable shading effect; so is *Antiaris africana* which, apart from being a tall tree, has a canopy form that allows enough light to penetrate.

The model of minimally-invasive reforestation is consistent with *in situ* conservation because it can preserve existing tree species and new species that may emerge from the native seed bank or from seeds that may be dispersed from other ecosystems. Even in this sense, it is already consistent with *ex situ* conservation. The *ex situ* value of a site can be improved as desired subject to the availability of space in the site.

The experience at Ife is that the use of economic tree species is an effective way to discourage unauthorized use of land. If the established plantations are well managed, community appreciation can be engendered. The difficulty, however, is in educating citizens about the need to preserve the plant species as they are without exploitation for fuel-wood, fibre and food. This aspect requires conscience effort, patience and vigilance. Restocking of established plantations should not begin until members of the community have been sufficiently mobilized because some of the endangered species may have high utility value.

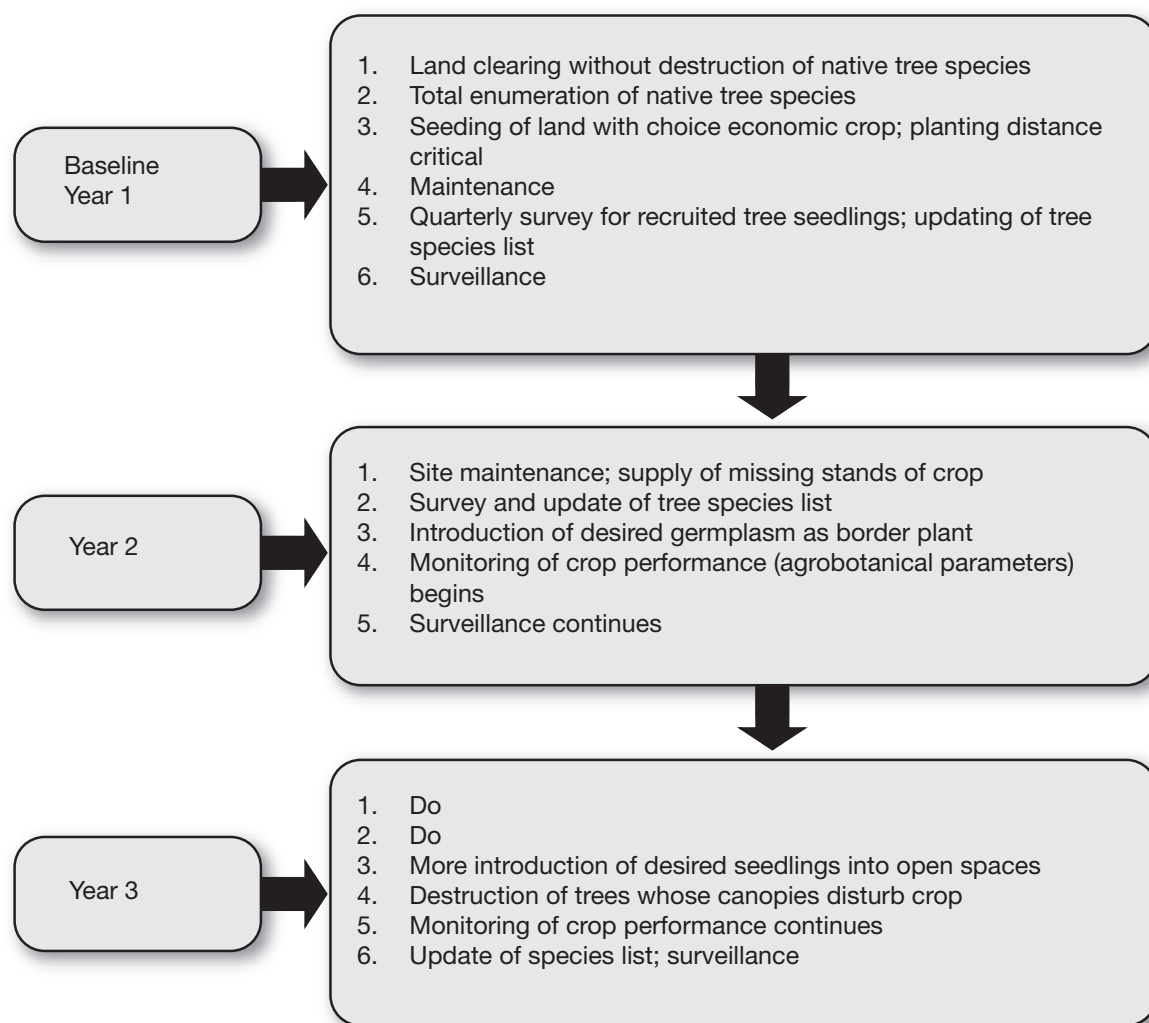


Figure 2: Activity chart for minimally invasive reforestation

### References

- Chukwuka K, Isichei AO. 1997. Floristics and Structure of the Remnant Forests of the Obafemi Awolowo University Campus, Ile-Ife Nigeria and their Potential for Conservation. *Nigerian Journal of Botany*. 10: 83-93.
- Erlich P, Erlich AH. 1970. *Population, Resources, Environment. Issues in Human Ecology*. W.H. Freeman, San Francisco.
- Hardin G. 1968. *Population, Evolution and Birth Control*. W.H. Freeman, San Francisco.
- Iltis HH. 1967. The taxonomist and the ecologist: Whose fight is the preservation of nature? *Bioscience*. 17(12): 886-890.
- Iltis HH. 1968. The optimum human environment and its relation to modern agricultural preoccupations. *The Biologist I*. (3-4): 114-125.
- Iltis HH, Densereau P. 1970a. Hugh H. Iltis to Pierre Densereau. *Sarracenia* 12: 39-50.
- Iltis HH, Loukes OL, Andrews P. 1970b. Criteria for Optimum Human Environment. *Bulletin of Atomic Scientists* (January), 1-6.
- Sanford WW, Yesufu HM, Ayeni JSC. (eds.). 1982. *Nigerian Savanna M.A.B. State of Knowledge Workshop Selected Papers*. Kainji Lake Research M.A.B. Committee and UNESCO, New Bussa.

## Diversité biologique des espèces végétales endémiques cultivées dans cinq localités de la zone sahélienne du Burkina Faso

*I. Drabo*

*INERA/CERREA, Centre Saria, Burkina Faso*

### Résumé

Cette étude a concerné l'inventaire des ressources génétiques végétales endémiques cultivées dans la zone sahélienne du Burkina Faso. Elle a été effectuée en Septembre 2003 dans le cadre du Desert Margin Projet (DMP). L'objet de l'inventaire était entre autres de: 1) déterminer la diversité des ressources phytogénétiques des espèces cultivées, 2) comprendre les objectifs, méthodes et problèmes des producteurs dans la production, la conservation et l'utilisation des ressources phytogénétiques au niveau communautaire, 3) évaluer le rôle des producteurs dans la conservation et le développement des ressources phytogénétiques et l'approvisionnement en semences, 4) obtenir des informations de base pour la mise en place des autres activités du projet. L'entretien avec des groupes de producteurs était la méthode utilisée pour la collecte des données dans les cinq sites. Un total de 161 producteurs ont ainsi été questionnés à Tougouri, Bougou, Katchari, Bahn et Madougou. L'étude montre l'existence d'une quarantaine d'espèces végétales réparties en six filières (céréales traditionnelles, oléo-protéagineux, plantes à tubercules, cultures maraîchères, arboriculture fruitière et autres espèces). La variabilité intra-spécifiques est plus élevée chez les céréales traditionnelles (sorgho, mil) que chez les autres espèces. L'érosion génétique et la disparition de certaines espèces cultivées sont liées au manque d'eau et à la baisse de la pluviométrie.

### Introduction

La zone désertique marginale du Burkina Faso ou zone sahélienne est caractérisée par une dégradation continue des ressources naturelles. La pluviométrie varie entre 300 et 500 mm par an. La communauté locale pratique généralement une agriculture de subsistance en utilisant d'une manière générale, des pratiques culturelles traditionnelles. L'interaction entre l'environnement, les communautés locales et les espèces cultivées a engendré l'existence d'une diversité d'espèces végétales et de variétés à l'intérieur de ces espèces. Les producteurs au fil du temps, se sont adaptés aux conditions difficiles du milieu en sélectionnant ou introduisant des variétés ou espèces plus adaptées.

Bien qu'il y ait eu dans le passé un effort (national, régional et international) de collecter des variétés locales de quelques espèces cultivées dans la zone sahélienne (mil, sorgho, maïs niébé, voandzou, gombo), il y a cependant peu d'informations sur la diversité de toutes les espèces cultivées endémiques ainsi que de la variabilité intra-spécifique et des connaissances endogènes des cultures et de conservation de ces ressources phytogénétiques. Avec la menace de plus en plus grandissante de la sécheresse et de ses conséquences (érosion génétique) il y a un besoin pressant de réaliser un inventaire sur la diversité des espèces cultivées et leurs pratiques culturelles afin de développer une stratégie intégrée de conservation et de développement de ces ressources.

L'objectif de l'étude était entre autre de: (1) déterminer la diversité des ressources phytogénétiques des espèces cultivées endémiques; (2) comprendre les objectifs, méthodes et problèmes des producteurs dans la production, la conservation et l'utilisation des ressources phytogénétiques au niveau communautaire; (3) évaluer le rôle des producteurs dans la conservation et le développement des ressources phytogénétiques et l'approvisionnement en semences; (4) obtenir des informations de base pour la mise en place des autres activités du DMP au Burkina Faso.

### Méthodologie

Une rencontre préliminaire d'échanges entre les trois chercheurs impliqués dans l'étude a permis d'élaborer une fiche de collecte des données afin de recueillir le maximum d'informations:

espèces, variétés, caractéristiques des variétés (origine, taille, importance, couleur et forme des grains et ou fruits, origine des semences), l'érosion génétique, les conditions de cultures, les contraintes et l'utilisation. L'entretien avec des groupes de producteurs était la méthode utilisée pour collecter les données en suivant le canevas de la fiche de collecte. Dans un premier temps, l'équipe de chercheurs s'entretient avec l'ensemble des producteurs. Cette première étape permet d'inventorier toutes les espèces cultivées dans la zone. Le recensement a été fait par filière à savoir: la filière céréales traditionnelles (sorgho, mil et maïs), la filière oléo protéagineux (niébé, voandzou, haricot, riz), la filière plantes à tubercules (manioc, patate douce, etc.), la filière culture maraîchère et légumière (tomate, oignon, pastèque, piment, etc.), la filière arboriculture fruitière (manguier, oranger, bananier, etc.). Par la suite, les producteurs ont été réparties en trois groupes en tenant compte du genre (jeunes, vieux, hommes, femmes), chaque chercheur s'entretenant avec un groupe sur une filière donnée.

Les différentes rencontres avec les communautés se sont déroulées vers la fin de la saison des pluies entre le 13 et le 25 septembre 2003. Les entretiens se sont déroulés dans les villages suivants:

- Tougouri situé à environ à 160 km au Nord de Ouagadougou. Il est facilement accessible.
- Bougou situé à 35 km de Tougouri. Il est difficilement accessible en hivernage.
- Katchari situé proche de Dori et à 320 km au Nord de Ouagadougou. Il est facilement accessible et est le siège du Centre Régional de Recherches Environnementales et Agricoles du Nord.
- Bahn situé à 250 km au Nord Ouest de Ouagadougou est facilement accessible.
- Madougou situé à 25 km de Bahn est difficilement accessible en hivernage.

## **Résultats**

### **Profile des enquêtés**

Un total de 161 producteurs et productrices dont 40 à Tougouri, 20 à Katchari, 23 à Bahn et 20 à Madougou ont été enquêtés. La proportion des adultes et des hommes était plus élevée. Tous les enquêtés étaient membres d'une organisation paysanne de productions végétales et ou d'élevage.

### **Diversité des espèces cultivées**

#### *Critère de distinction des variétés*

Dans tous les sites, les producteurs n'ont eu aucune difficulté pour décrire les différentes variétés en leur possession. La distinction et dans plusieurs cas, la nomination des variétés sont faites sur la base des caractères agromorphologiques (cycle, hauteur de la plante, couleur des graines et des gousses, nombre de fruits, forme et longueur des panicules ou épis, grosseur des fruits etc.). Les variétés se distinguent entre elles également de par leur origine. C'est le plus souvent le cas des variétés obtenues à partir des services de vulgarisation ou de l'INERA, les variétés obtenues chez des migrants et les variétés introduites d'ailleurs.

### **Diversité des espèces de la filière céréales traditionnelles**

Le Tableau 1 indique la présence d'un plus grand nombre de variétés (sur la base des noms locaux) à Tougouri comparativement aux autres sites. Il y a en tout 72 variétés dont 39 de sorgho, 19 de mil et 14 de maïs. La plupart de ces variétés sont locales. Nous notons la présence de variétés améliorées de sorgho, mil et maïs à Tougouri, de maïs à Bougou et Bahn, de mil et de sorgho à Madougou. Les variétés de maïs à Kantchari ont disparu à cause de la baisse de la pluviométrie.

### **Diversité des espèces de la filière oléo-protéagineux**

Au niveau de cette filière, le site de Tougouri comporte beaucoup plus de variétés identifiées sur la base de leurs noms locaux uniquement (Tableau 2). Il y a eu tout 69 variétés dont 25 de niébé, 20 de voandzou, 11 d'arachide, 12 de sésame et 1 d'haricot riz. Nous notons la présence de variétés améliorées de niébé, arachide et sésame dans tous les sites.

Tableau 1: Diversité des espèces de la filière céréales traditionnelles

Sites	Nombre de variétés/espèce			Total
	Sorgho	Mil	Maïs	
Tougouri	15	5	4	24
Bougou	10	2	3	15
Katchari	3	5	3	11
Bahn	4	3	2	9
Madougou	7	4	2	13
Total	39	19	14	72

Tableau 2: Diversité des espèces de la filière oléo-protéagineux

Site	Nombre de variétés/espèce					Total
	Niébé	Voandzou	Arachide	Sésame	Haricot riz	
Tougouri	7	5	3	2	1	18
Bougou	4	3	2	3	-	12
Katchari	3	3	1	3	-	10
Bahn	5	5	3	2	-	15
Madougou	6	4	2	2	-	14
Total	25	20	11	12	1	69

### Diversité des espèces des plantes à tubercules

Il y a seulement 16 variétés (sur la base de leurs noms locaux) dont 7 de manioc, 6 de patate douce et 3 de pomme de terre (Tableau 3). Les semences de pomme de terre sont achetées annuellement. Aucune de ces espèces n'est cultivée à katchari. A Bougou, nous ne trouvons ni de patate douce ni de pomme de terre. A Madougou, point de culture de pomme de terre. C'est surtout à cause de la sécheresse et du manque d'eau pour les cultures de contre saison que ces espèces ont disparu ou ne sont pas cultivées.

Tableau 3: Diversité des espèces des plantes à tubercules

Site	Nombre de variétés/espèce			Total
	Manioc	Patate douce	Pomme de terre	
Tougouri	1	2	1	4
Bougou	2	-	-	2
Katchari	-	-	-	-
Bahn	2	3	2	7
Madougou	2	1	-	3
Total	7	6	3	16

### Diversité des espèces de la filière cultures maraîchères et légumières

Nous notons ici une plus grande diversité à Tougouri (Tableau 4). Sur les 94 variétés distinguées uniquement sur la base de leurs nom locaux, il y a un plus grand nombre de variétés de gombo (22), d'oseille (21) et de piment (10). Les espèces maraîchères ne sont généralement pas cultivées à Katchari et Bougou à cause du manque d'eau pour les activités de contre-saison.



Tableau 4: Diversité des espèces de la filière cultures maraîchères et légumières (Nombre de variétés par espèce)

Espèces	Sites					Total
	Tougouri	Bougou	Katchari	Bahn	Madougou	
Tomate	3	-	-	1	2	6
Ail	1	-	-	1	-	2
Oignon	2	-	-	2	2	6
Aubergine	2	-	-	1	1	4
Gombo	9	3	3	5	2	22
Pastèque	2	1	3	2	1	9
Choux	2	-	-	1	-	3
Laitue	2	-	-	1	-	3
oseille	6	4	4	4	3	21
Piment	4	2	-	1	2	9
Courgette	2	-	-	-	-	2
Carotte	1	-	-	1	-	2
Total	38	10	10	21	15	94

#### Diversité des espèces de la filière arboriculture fruitière

Nous observons ici que les sites de Tougouri et de Bahn comportent beaucoup plus de diversités (Tableau 5). Sur les 42 variétés distinguées sur la base de leurs noms locaux seulement, les manguiers sont plus nombreux (20 variétés). A Katchari on ne trouve aucune espèce alors qu'à Bougou nous notons la présence de goyaviers et de manguiers. L'absence ou la disparition des espèces sont liées au manque d'eau.

Tableau 5: Diversité des espèces de la filière arboriculture fruitière (Nombre de variétés par espèce)

Espèces	Sites					Totaux
	Tougouri	Bougou	Katchari	Bahn	Madougou	
Oranger	1	-	-	1	1	3
Citronnier	1	-	-	1	1	3
Manguier	8	5	-	4	3	20
Goyavier	2	1	-	1	1	5
Papayer	2	-	-	2	-	4
Bananier	1	-	-	-	-	1
Pomme cannelle	1	-	-	1	1	3
Grenadine	-	-	-	1	-	1
Pomme acajou	1	-	-	-	1	2
Totaux	17	6	-	11	8	41

#### Diversité des espèces des autres cultures

Il y a en tout 7 espèces et 36 variétés identifiées sur la base de leurs noms locaux uniquement (Tableau 6). Les variétés de Calebasse prédominent (19 variétés). Le riz et le coton ont disparu à Bougou, Katchari et Bahn à cause de leurs longs cycles et de la sécheresse. L'argafuna qui est une plante aromatique est seulement présent à Bahn et Madougou. Le riz a disparu de Madougou mais les variétés perdues peuvent y être réintroduites un jour à partir de Thiou un village environnant.

Tableau 6: Diversité des espèces des autres cultures (Nombre de variétés par espèce)

Espèces	Sites					Totaux
	Tougouri	Bougou	Katchari	Bahn	Madougou	
Coton	1	-	-	-	2	3
Riz	4	-	-	-	-	4
Fonio	-	-	-	1	1	2
Courge	-	1	2	-	-	3
Tabac	1	-	1	-	1	3
calebasse	2	3	2	6	6	19
Argafuna	-	-	-	1-	-	2
Totaux	8	4	5	8	11	36

### Les espèces et variétés en voie de disparition

Parmi les espèces en voie de disparition il y a le coton, le riz et le tabac dans tous les sites (Tableau 7). Les variétés qui ont un cycle de plus de 90 jours sont également menacées. A Katchari, les fruitiers et les cultures maraîchères ont disparu par manque d'eau.

Tableau 7: Les espèces et variétés en voie de disparition par site

Sites	Espèces	Variétés	Cause
Tougouri	Gombo	Maan daaga	-Cycle long (+90 j)
Bouzou	Tabac	-	
	Coton	-	
Katchari	Sorgho	Kouinanré	-Cycle long (+90 j)
	Maïs	-	-Manque d'eau pour irrigation
	Laitue	-	
	Pomme de terre	-	
	Tomate	-	
	Fruitier	-	
	Riz	-	
	Coton	-	
	Bahn	Pomme de terre	Claudia
Voandzou		Doumou et guiri	- Cycle long (+90j)
Sésame		Namgnou djèm	
Coton riz			
Madougou	Coton	-	- Peu productif
	Riz	-	- Cycle long (+90j)
	Tabac	-	-
	Oseille	-	-
	Ail	-	-

### Les connaissances endogènes

Les connaissances endogènes liées aux pratiques traditionnelles sont plus ou moins similaires en nature. La plupart de ces connaissances sont empiriques et obtenues à partir de leurs expériences d'exploitation agricole en relation avec l'environnement. Ces connaissances sont manifestées en terme de lois, régulations, interdits, cérémonies et rites de même que des

expériences acquises à partir des formations et échanges d'informations effectuées par les systèmes de vulgarisation agricole, l'INERA et les projets de développement.

### **Les contraintes et leurs solutions**

Trois groupes de contraintes ont été énumérés. Ce sont:

- contraintes abiotiques: insuffisance de pluie, inondation, vent, pauvreté des sols, absence de facilité d'irrigation;
- contraintes biotiques: longueur du cycle de certaines variétés, maladies, insectes (termites, bruches, chenilles, cantharides), striga sur les céréales et le niébé, oiseaux, rongeurs;
- autres contraintes: mévente, vente précoce, intrants coûteux et peu accessibles, manque de semences améliorées, divagation des animaux, tabou.

Très peu de solutions existent pour faire face à ces contraintes. Nous citons:

- utilisation de la fumée (vieux pneu) pour lutter contre les cantharides;
- utilisation de la cendre pour lutter contre les chenilles et pour stocker les graines de niébé et de voandzou;
- utilisation du sable pour stocker le niébé et le voandzou;
- utilisation des plantes insecticide (*Hyptis*, *Boscia*) pour la conservation du niébé;
- utilisation des ossements pour lutter contre les termites chez les fruitiers;
- fumure organique (fumier et compost) pour enrichir les sols.

### **Utilisation des plantes**

Les plantes cultivées sont utilisées pour satisfaire des besoins diverses:

- vente pour se procurer de l'argent;
- alimentation humaine et animale;
- transformation (savon, récipient, instruments de musique)
- pharmacopée pour soigner les maladies chez l'homme comme chez les animaux. (furoncle, ampoule causée par les cantharides, panaris, nausée, paludisme, maux de tête, maux de cœur, rhumatisme, maux d'œil, apéritif, ballonnement, brûlure, démangeaison, aphrodisiaque, dysenterie, jaunisse, vers de guinée, maladies infantiles, bilariziose, hoquet, coliques abdominales, piqûre d'abeille, soins des femmes après accouchement, plaies, toux vomitif, production de lait chez la femme, rhume chez les moutons, faire uriner et améliorer la production de lait chez les animaux);
- coutumes (funérailles, sacrifices).

### **Le système d'approvisionnement en semences**

La majorité des producteurs obtiennent leurs semences à partir de leur propre production. Les semences sont obtenues généralement à partir d'un échantillon tiré au hasard de la récolte à l'exception des céréales où les semences proviennent des meilleurs épis sélectionnés au moment de la récolte. Pour les cultures maraîchères et fruitières, les semences sont en général achetées. Certains producteurs sont formés en techniques de production de semences comme c'est le cas à Tougouri pour les oignons, produisent leur propres semences. En cas de manque de semences, les producteurs achètent et/ou demandent à une tierce personne (parents, voisins, amis) qui en ont. Le système d'approvisionnement formel à partir des départements d'agriculture, du commerce et de la recherche concerne surtout les cultures maraîchères et fruitières, le niébé, le sésame, le sorgho, le mil, le maïs et l'arachide. Le taux de pénétration des semences améliorées est cependant très faible.

### **Discussion et conclusion**

Les résultats de l'inventaire ont montré la diversité des cultures maintenues par les producteurs vivant dans les terroirs étudiés. Il n'était pas possible de déterminer toute la diversité d'une espèce donnée compte tenu de l'ampleur du travail et du temps dont nous disposons, de la nature de la méthodologie utilisée (questionnaire) qui tendait à donner plus de considération

sur ce que les producteurs disaient sans valider ces dires sur le terrain (champs, vergés, jardins). Nous avons remarqué que dans les différents sites, les producteurs appelaient la même variété d'une espèce donnée différemment en utilisant leur propre dialecte. Dans les villages situés non loin les uns des autres comme Tougouri et Bougou, Bahn et Madougou par exemple, les noms de certaines variétés d'une culture donnée étaient similaires. Il était également difficile aux producteurs de se rappeler de tous les détails ou différences entre les variétés. Pour résoudre le problème de la diversité des cultures dans les sites DMP, des études approfondies incluant la caractérisation des variétés d'une espèce donnée doivent être réalisées. De tels travaux sont en cours pour les céréales, le niébé, le Gombo et l'arachide à Tougouri dans le cadre des activités d'autres projets du Burkina Faso.

Cette étude a montré que le coton, le riz et le tabac ont tendance à disparaître dans tous les sites. Il en est de même des variétés à l'intérieur des espèces qui ont un cycle de plus de 90 jours, des fruitiers et cultures maraîchères à Katchari. Cette perte de la diversité est directement liée à la sécheresse et au manque d'infrastructures et matériels d'irrigation. Des actions doivent être entreprises de concert avec les populations des sites en vue de promouvoir dans leur terroir les espèces menacées ayant un intérêt économique et social.

Les pratiques traditionnelles de la culture associée, le système d'approvisionnement en semences et le faible taux de pénétration des variétés améliorées sont autant de facteurs favorables pour le maintien de la diversité des cultures dans les sites. Cependant, une stratégie de collecte, de conservation et de promotion de ces ressources s'avère nécessaire.

Les résultats de notre étude montrent également que malgré le problème de la sécheresse et du manque d'eau pour l'irrigation, les producteurs savent bien maintenir et développer leurs cultures. Cela doit donc être pris en considération lorsqu'on veut formuler une stratégie de conservation des ressources phytogénétiques (de Boef 1993, Hobbelink 1994). Selon Hobbelink, la conservation *in situ* a été objectivement la base du développement de l'agriculture. La conservation *in situ* et les stratégies endogènes de développement des cultures ont des limites à cause du fait que les producteurs des zones concernées ont peu de solutions pour résoudre certaines contraintes telles la sécheresse, la pauvreté des sols, l'aménagement pour l'irrigation, les attaques d'insectes et de maladies des cultures, etc. Des séances de formation pour acquérir des bases techniques appropriées doivent être organisées. Des investissements et l'amélioration du système d'acquisition de crédit pour l'achat de bien d'équipements et d'intrants doivent être réalisés afin de venir en aide aux paysans pour mieux conserver et développer leurs ressources phytogénétiques.

### Références

- de Boef W, Amanor K, Wellard K, Bebbington KA. (eds). 1993. Cultivating knowledge, genetic diversity, farmer experimentation and crop research. Intermediate Technology publications.
- Hobbelink H. 1994. Growing diversity: international perspectives. pp. 11-17. In: Growing diversity in the field, (Einarsson P, ed.).

## Connaissances ethnobotaniques et valorisation du baobab (*Adansonia digitata*) pour la sécurité alimentaire des populations rurales au Bénin

A.E. Assogbadjo<sup>1,2</sup>, J.T. C. Codjia<sup>1</sup>, B. Sinsin<sup>1</sup>, P. Van Damme<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Abomey-Calavi, Faculty of Agronomic Sciences, Cotonou, Benin, Department of Management of Natural Resources

<sup>2</sup> University of Ghent, Faculty of Applied Biological Sciences, Ghent, Belgium

### Résumé

La présente étude sur les connaissances ethnobotaniques des populations rurales sur la valorisation du baobab a été réalisée au niveau des groupes socio-culturels et ethniques répartis dans l'ensemble des 3 zones climatiques du Bénin. Au sein de chaque localité, des enquêtes ethnobotaniques sont effectuées non seulement avec différentes classes d'âge et de sexe mais aussi avec des personnes ressources (femmes utilisatrices de l'espèce, guérisseurs traditionnels, forestiers). Ces enquêtes ont permis de ressortir les modes traditionnels d'accès aux différents organes du baobab, les utilisations alimentaires, la transformation et la conservation des produits du baobab par les populations et enfin les aspects culturels et thérapeutiques de l'espèce. Il en ressort que tous les organes présents sur l'espèce (feuilles, graines, fleurs, pulpe, capsules, écorce) ont au moins une utilisation en milieu rural béninois. Ils interviennent dans l'alimentation, l'artisanat traditionnel et la médecine traditionnelle. Mieux, les populations disposent sur tous les organes du baobab des connaissances sur les technologies endogènes de transformations à des fins de commercialisation et de conservation. Enfin, il est à noter que le baobab représente pour les groupes ethniques du Bénin une valeur culturelle et une divinité.

### Introduction

La difficulté de l'agriculture africaine à résoudre ses problèmes fondamentaux constitue un défi de taille au développement rural et par extension au développement de toute l'Afrique. Ce défi se traduit actuellement par la nécessité d'une diversification de l'agriculture par la valorisation de toutes les ressources, l'amélioration du niveau de vie des femmes rurales et le développement de nouveaux systèmes de production qui permettra d'augmenter de façon durable la productivité des ressources naturelles tout en sauvegardant le capital environnemental pour les générations futures. Ceci nécessite une meilleure connaissance du potentiel des ressources naturelles disponibles et déjà intégrées dans les normes culturelles des populations rurales. Au nombre de ces ressources figure le baobab, une espèce à usage multiple très impliquée dans la vie des populations en Afrique (Sidibé et Williams 2002). L'espèce contribue déjà à l'économie des populations (Obizoba et Amaechi 1993, Addy et al. 1995, Igboeli et al. 1997) et fait l'objet de diverses utilisations médicinales (Sidibe et Williams, 2002) et alimentaires (Sidibe et al. 1996, Delisle et al. 1997, Barminas et al. 1998, Sena et al. 1998, Yazzie et al. 1994). Les études proprement dites sur le baobab au Bénin sont très récentes avec les travaux de Codjia et al. (2001). Ces travaux se sont surtout intéressés à la détermination de la composition physico-chimique partielle de certains de ses organes (pulpe, feuilles, graines). Le présent travail vise la capitalisation des connaissances endogènes des populations rurales du Bénin sur les différentes utilisations au niveau local de l'espèce pour sa meilleure valorisation au profit des paysans.

### Milieu d'étude

L'étude s'est déroulée dans différentes localités situées dans l'ensemble des zones climatiques et phytogéographiques du Bénin (Figure 1). Il s'agit des localités de la zone guinéo-congolaise située entre 6°25'N et 7°30'N, de la zone soudano-guinéenne située entre 7°30'N et 9°45'N et de la zone soudanienne située entre 9°45'N et 12° N. Ces zones se distinguent les unes des autres non seulement par des conditions environnementales particulières (le climat et ses



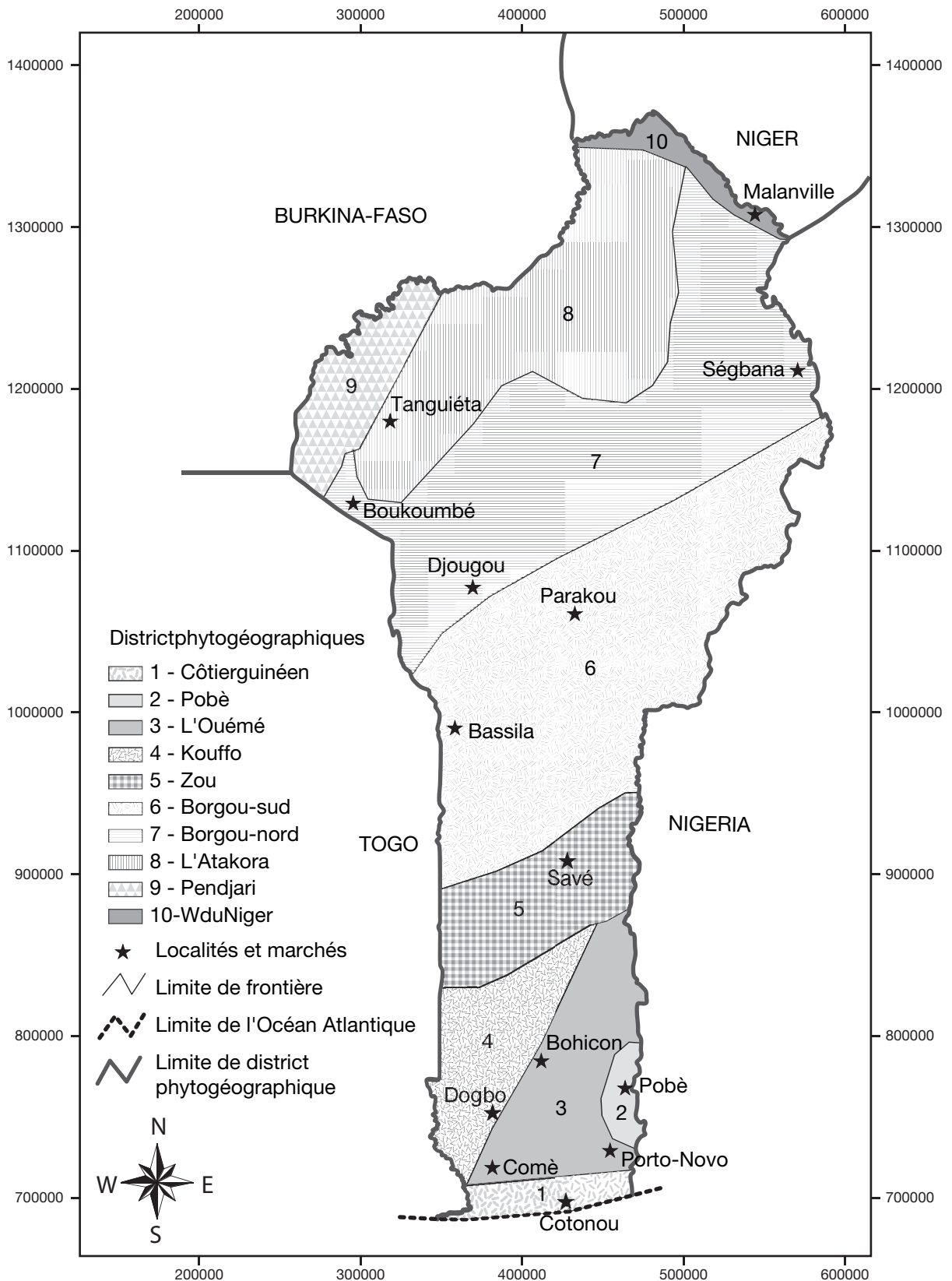


Figure 1: Zones phytogéographiques et climatiques du Bénin avec les localités d'étude

différents composants, les sols, la végétation et la faune) mais aussi par les traits humains et groupes socio-culturels variés. Ces derniers ont donné naissance à un certain nombre d'entités homogènes du point de vue linguistiques et possédant une assise territoriale. On peut citer en zone guinéenne les Adja, Wachi, Fon, Xuéda, Mina, Xwla, Aïzo, Toli, Yoruba et Goun. Dans la

zone de transition soudano-guinéenne, on rencontre les ethnies Mahi et Nago. Enfin la zone soudanienne est peuplée par les ethnies Bariba, Dendi, Monkolé, Fulbé, Senka, Hausa, Betammaribè, Waaba, Bèlbèlbè, Natimba, Yowa et Lokpa. La variabilité des groupes socio-culturels du pays induit une diversification au niveau alimentaire et au niveau des connaissances endogènes vis-à-vis de la valorisation et de la transformation des produits forestiers non ligneux. Dans ces milieux ruraux où se concentrent plus de 80% de la population béninoise, on distingue plusieurs types d'activités dont l'agriculture, l'élevage, la pêche, la chasse et l'artisanat.

## **Méthodes**

### **Echantillonnage**

Le choix des localités et des groupes ethniques est effectué à la suite d'une étude exploratoire portant sur le recensement des savoirs locaux relatifs à la caractérisation, la gestion, la conservation et l'utilisation durable des différents organes du baobab. Pour plus d'exhaustivité, les personnes âgées, les guérisseurs et les agents forestiers sont ciblés pour des enquêtes. La transformation du baobab étant principalement l'activité des femmes de même que la commercialisation, elles sont fortement représentées au niveau des personnes échantillonnées pour des enquêtes.

### **Enquêtes ethnobotaniques**

Au sein de chaque localité, des enquêtes ethnobotaniques sont effectuées avec différentes classes d'âge et de sexe. Par ailleurs, les personnes âgées, les guérisseurs et les agents forestiers ont été ciblés pour des enquêtes. Les entretiens de groupe mais aussi individuels sont effectués sur la base d'un questionnaire structuré en combinant la méthode rétrospective avec des observations directes. Ils ont permis de capitaliser les connaissances endogènes liées à l'espèce (forme d'utilisation, importance socio-culturelle de l'espèce pour les populations locales, etc.).

### **Enquêtes de consommation alimentaire**

Les enquêtes de consommations alimentaires ont été réalisées avec les populations locales à l'aide d'un questionnaire semi-structuré. Elles ont permis de ressortir les différents organes de l'arbre qui sont consommés par les populations au niveau local, les formes de consommations et les modes de préparation de ces organes en milieu paysan béninois.

## **Résultats**

### **Techniques endogènes de cueillette des feuilles et des fruits sur les individus de baobab**

Le matériel utilisé pour la récolte des fruits de baobab est un long bâton de bambou de 3 à 4 m environ au bout duquel est un petit morceau de bois long de 30 cm sous forme de crochet. Pour les feuilles, l'instrument utilisé est un coupe-coupe tranchant. Les ménages propriétaires des pieds de baobab dans les exploitations s'accordent d'abord sur le type de produit à privilégier avant la cueillette. Dans le cas où le choix est porté sur les feuilles, toutes les branches munies de feuilles sont élaguées. L'arbre est donc mis à nu, les fruits en ce moment sont rares. Si ce sont les fruits qui intéressent le plus, seules les petites branches tertiaires sont élaguées. Là on récolte une grande quantité de fruits et on perd évidemment beaucoup de feuilles. Dans la plupart des cas, ce sont les feuilles qui sont privilégiées pour des raisons d'ordre économique et alimentaire. Ainsi pour se procurer davantage de fruits, les populations se rabattent sur les peuplements naturels de baobab. Il faut noter qu'avec le traitement sylvicole (élagage des branches) appliqué aux pieds de baobab autour des habitations et dans les champs dans la partie septentrionale du Bénin, les individus présentent un aspect végétatif beaucoup plus important que ceux du boisement naturel et ceux observés dans le Sud-Bénin où les feuilles sont très peu utilisées à des fins alimentaires. Aussi la quasi-totalité des femmes ont reconnu qu'elles récoltent beaucoup plus de feuilles de meilleure qualité l'année qui suit l'élagage abusif des branches.

### **Utilisations des différents organes du baobab selon les différents groupes ethniques**

Le baobab a une grande importance alimentaire au Bénin. Tous les organes de l'arbre ont au moins un double usage notamment alimentaire et thérapeutique.

- *Les feuilles*

Les jeunes feuilles servent à préparer une sauce dénommée « tutonakankounti » en milieu « Otamari » puis « Kô Foy Tayo » en milieux Dendi et Djerma, trois groupes ethniques situés dans le septentrion au Bénin. Ces dénominations linguistiques traduisent littéralement sauce de feuilles fraîches de baobab qui accompagne la pâte de mil, de maïs ou de sorgho. Par ailleurs, ces mêmes feuilles peuvent être cueillies en grande quantité, séchées et réduites en poudre et utilisées pour préparer la sauce ordinaire de baobab. Le même procédé d'utilisation des feuilles de baobab a été observé dans les ménages Haoussa (Tchanga venus du Nigeria et Maouri en provenance du Niger) avec un intérêt beaucoup plus marqué pour la poudre verte des feuilles dont la sauce dénommée « Miya Kouka » est régulièrement mangée pour assainir l'organisme. En milieu Mokolé, on utilise aussi les feuilles comme sauce qui accompagne la pâte de maïs. En revanche, chez les Fons, Adja, Mina, Dactcha et Mahi du Sud et Centre du Bénin, les populations rurales utilisent très peu ou presque pas les feuilles de baobab pour assaisonner les sauces. Les connaissances endogènes sur l'espèce sont très peu développées dans ces milieux, l'espèce étant considérée le plus souvent dans ces milieux comme un abris pour les sorciers.

- *Les graines*

Les graines de baobab sont diversement utilisées. Elles servent prioritairement à préparer une sauce dénommée « mantofaman » en Otomari. Cette sauce est très indiquée chez les hypertendus qui voient s'améliorer très rapidement leur état de santé. Une autre utilisation des graines consiste à les décortiquer afin d'extraire l'amande qui est utilisée pour assaisonner les sauces ou pour remplacer tout simplement la viande. Les graines entrent également dans la préparation de certains produits culinaires comme ingrédients pour la sauce (moutarde ou galette) qui remplacent par moment certains bouillons ou cubes aromatisés utilisés par les femmes. Le « Mougou-mougou » en Dendi est une autre forme d'utilisation des graines sur le plan alimentaire. Les graines sont grillées, pilées et tamisées. A la poudre obtenue on ajoute des épices (sel, piment et autres condiments) ou du sucre. Ce mélange est surtout apprécié par les enfants.

- *La pulpe*

C'est la partie du baobab qui présente des usages alimentaires et médicaux multiples. Le « mutchoyan » en Otomari est une pâte acide faite avec la pulpe de baobab et la farine de céréales. L'avantage du « mutchoyan » est qu'il peut durer une semaine sans subir la putréfaction. La pulpe est également utilisée comme du lait à l'état frais qu'on dilue dans de la bouillie ou la boule de mil chez les Dendi, Haoussa et Djerma. En milieu Dendi, ce mélange est surtout servi au cours des cérémonies de funérailles des vieillards d'un certain âge (70 à 80 ans); il sert à désaltérer les gens à leur retour du cimetière. La pulpe est aussi utilisée dans le caillage de lait au niveau des campements Peulh pour en augmenter la quantité et l'écouler par la suite dans les marchés environnants. Ce lait dénommé « Houra » chez les Haoussa et « Donou » chez les Djerma est très apprécié par ces groupes ethniques. Cette même pulpe mélangée à la farine de mil, ou de sorgho sert à préparer une bouillie dénommée « K koumandi » qui est très consommée en période de crise alimentaire. Ce procédé permet d'augmenter non seulement la qualité de la bouillie grâce à la pulpe qui est riche en éléments nutritifs, mais aussi la quantité pour que cela suffise à tous les membres de la famille. Le fruit de baobab débarrassé de son pédoncule, est nettoyé et percé à sa partie supérieure au point d'attache du pédoncule, on introduit une quantité appréciable d'eau et on agite fortement. On obtient ainsi un jus concentré très agréable à boire appelé « Kô ba you » chez les ethnies Djerma et Dendi, que les jeunes gens consomment pendant la récolte du coton. La pulpe est aussi utilisée dans le laitage; les petites entreprises traditionnelles de fabrication de produits laitiers (à Malanville et Gaya au Niger) mettent sur les marchés et en destination des villages périphériques une gamme de produits fabriqués à base de pulpe à savoir: Solani (lait caillé sucré), yaourt, sucettes, etc. Dans la partie Sud du Bénin, la pulpe est essentiellement utilisée par les enfants et jeunes comme collation. Il n'existe quasiment pas de technologies endogènes développées pour valoriser cette partie noble de l'espèce.

- *Autres utilisations des graines et de feuilles*

En plus de leur apport dans l'alimentation des populations, les feuilles et les graines jouent un rôle important dans les usages technologiques notamment dans le domaine de l'architecture. Ainsi les feuilles séchées et réduites en poudre sont mélangées à la gomme arabique et au calcaire et le tout est utilisé pour crépir les chambres en remplacement du ciment. A titre d'exemple 50 kg de poudre de feuilles sont utilisés pour le crépissage d'une chambre de 4 m<sup>2</sup>. Les femmes en particulier celles de l'ethnie « Mokolé » utilisent les graines de baobab qu'elles mélangent à de petites pierres et du banco pour damer les salons des chambres. Pour un salon de 4 m<sup>2</sup>, 30 kg de graines sont utilisés. Ces différents types d'usages technologiques s'observent surtout dans la partie Ouest de la Commune de Malanville au niveau des villages de Kantro et Toumboutou dans le Nord-Bénin.

- *La capsule*

Il faut noter que la capsule du baobab est utilisée pour fabriquer de la potasse de qualité qui est utilisée pour traiter l'indigestion et la nausée. Mieux, en milieu Datcha (Centre-Bénin), les capsules sont utilisées pour fabriquer du savon. La technologie consiste à écraser les capsules et à les bouillir dans de l'eau. Au fur et à mesure de la cuisson, on ajoute de l'huile de palmiste ou de l'huile rouge ce qui conduit à une saponification et par la suite à l'obtention du savon noir mis en boule et commercialisé localement sur les marchés.

### Technologies traditionnelles de conservation et de transformation des organes de baobab

Les connaissances endogènes relatives à la transformation des ressources alimentaires forestières, représentent un créneau porteur qu'il faut prendre en considération dans l'optique de valoriser les produits et sous-produits offerts par ces ressources et d'assurer surtout une gestion durable et soutenue de nos écosystèmes déjà fragiles. En effet, les femmes rurales s'activent avec intérêt par la mise en œuvre d'une gamme de technologies de transformation des organes de baobab en vue de leur consommation immédiate ou dans le but de les conserver pour une utilisation dans le temps (Figures 2, 3, 4 et 5).

La moutarde et la galette à base des graines de baobab sont des produits utilisés dans la consommation familiale. Pour un ménage de 6 à 8 personnes et pour trois préparations, on utilise 2 kg de graines pour la fabrication de la moutarde. La figure 1 reprend les différentes étapes de cette fabrication. Par ailleurs, pour la fabrication du « mougou-mougou », un concentré des graines utilisés comme condiment pour assaisonner la sauce, il faut pour un ménage de 6 à 8 personnes et dans le cadre strict d'une consommation familiale, une quantité de 1 kg de graines est utilisée. La figure 3 reprend les différentes étapes de cette fabrication. Enfin, les figures 4 et 5 indiquent respectivement le processus d'extraction de la pulpe du baobab et des feuilles en milieu paysan.

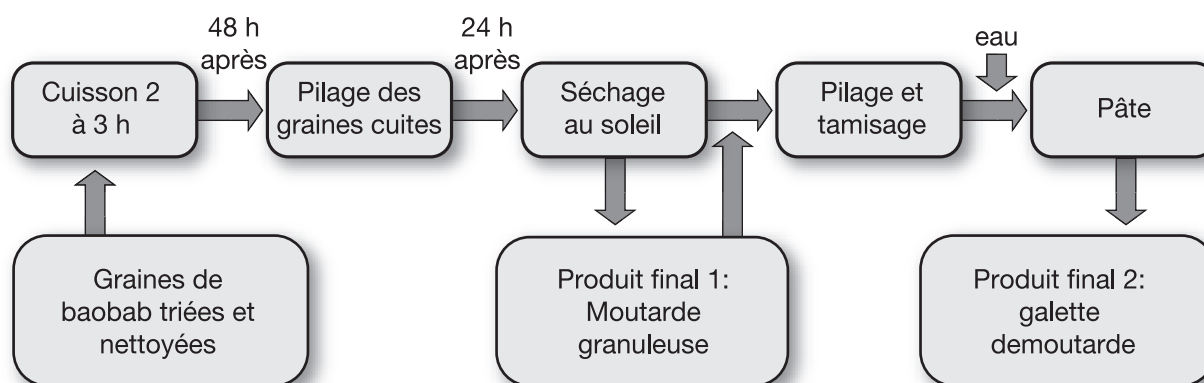


Figure 2: Diagramme de fabrication de la moutarde à partir des graines du baobab

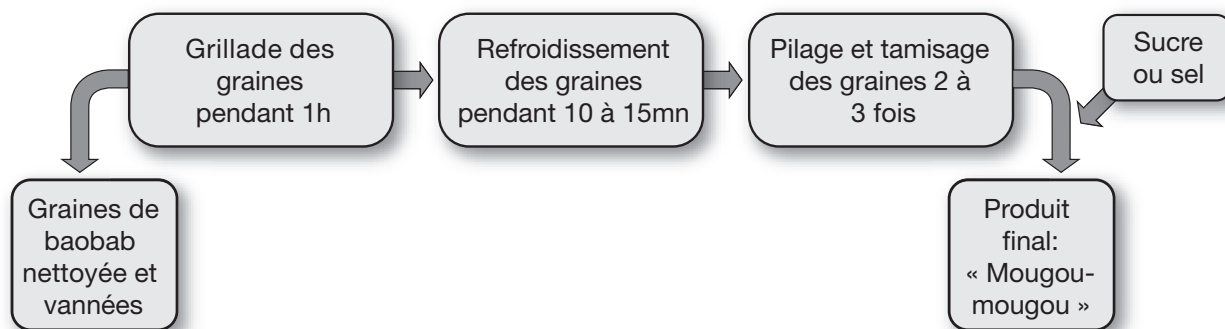


Figure 3: Diagramme de fabrication de « mougou-mougou »

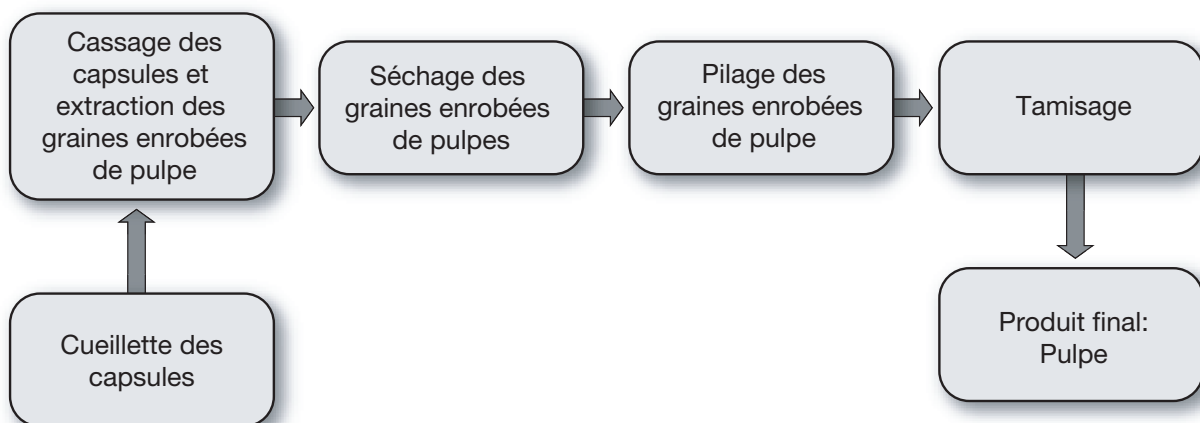


Figure 4: Diagramme d'extraction de la pulpe de baobab à partir des capsules



Figure 5: Diagramme de transformation des feuilles de baobab

### Méthodes de conservation des feuilles et de la pulpe

Les procédés de conservation des produits de baobab sont du type traditionnel. Les feuilles et les graines enrobées de pulpe sont correctement séchées au soleil et introduites dans des sacs et entreposées dans un coin de la chambre à coucher où dans les greniers. Si la conservation doit durer six mois à un an ou plus, des précautions sont à prendre: ouvrir les sacs pour contrôler l'état du produit et laisser sécher pendant 24 h au soleil avant de le retourner dans le sac pour être conservé à nouveau. Cette opération doit se répéter une à deux fois dans le mois si l'on veut maintenir le produit régulièrement sec. La pulpe et la poudre des feuilles sont conservées par le même procédé lorsque la quantité est importante. Sinon la conservation est faite dans les tasses et les grosses boîtes de lait qui restent bien fermées sauf au cas où l'on voudrait utiliser le produit.



### Utilisation thérapeutique des organes de baobab

Le baobab est un arbre aux innombrables usages thérapeutiques et aux multiples vertus. Chaque partie de l'arbre (racine, pulpe, écorce, feuille, fleurs et autres organes) est utilisée de façon traditionnelle, seule ou en association avec d'autres espèces végétales, par les populations rurales dans le traitement d'au moins une maladie (Tableaux 1 et 2). En effet, les populations locales disposent des connaissances endogènes accumulées depuis des siècles sur les différentes utilisations des organes du baobab dans la médecine traditionnelle africaine. Les informations mentionnées dans les tableaux 1 et 2 sont exclusivement les données recueillies auprès des populations locales.

### Les valeurs symboliques et culturelles du baobab au Bénin

En dehors des utilisations thérapeutiques et alimentaires, le baobab est présenté comme un arbre fétiche, sacré, déifié et plein de mystères qui fait l'objet de culte et qui est hautement valorisé et respecté par les populations rurales. En effet, la représentation mythique et religieuse ainsi que les différentes valeurs culturelles attribuées au baobab sont reconnues comme telles par l'ensemble des groupes ethniques du Bénin, notamment les Fon du Sud qui entourent l'espèce d'un grand mythe. Pour ces derniers, tous les pieds de baobab servent d'abris aux mauvais esprits et par conséquent font le plus souvent l'objet d'une méfiance. Ceci explique d'ailleurs l'insuffisance des connaissances endogènes par les populations de cette localité du Bénin par rapport aux autres localités de la partie septentrionale où l'espèce est parfois liée à la vie de certaines couches socio-culturelle. En milieu Otamari, le caractère divin ou non de l'arbre n'est révélé que par la consultation du « fa » qui précise le sacrifice correspondant qui varie en fonction des arbres. Parfois le caractère divin du baobab se révèle au propriétaire qui va consulter le « fa » à la suite d'un malaise ou d'un événement fâcheux dans la maison. Tous les baobabs ne sont donc pas des divinités. Ceux qui le sont se matérialisent par des morceaux de bois de *Diospyros mespiliformis* ou de *Gardenia erubescens* et /ou des morceaux de pierres. Chez les Dendi et Djerma (Nord-Bénin), les populations organisent chaque année un rituel autour des pieds de baobab sacrés, en début de la campagne agricole pour invoquer les dieux de la pluie. En milieu Otamari, au début de chaque saison de travaux champêtres, une partie des semences est présentée à ces baobabs divins pour demander leur clémence afin que la saison soit bonne. Ce même rituel est organisé lorsque les populations se trouvent dans des situations extrêmement difficiles (épidémies de maladies, sécheresse ou un malheur quelconque). A la fin de la cérémonie, un sacrifice est fait, en immolant à l'arbre un mouton blanc qu'on égorge ou un chien noir ou encore une vache noire. Chez les Djerma, chaque guérisseur traditionnel a son pied de baobab fétiche où il fait régulièrement ses consultations. Le baobab intervient également dans les cérémonies de mariages et de baptêmes. Ainsi la pulpe et les feuilles de baobab sont souvent utilisées pour la préparation des différents mets à servir aux invités lors des cérémonies. En milieu Tchanga, après le décès des personnes très âgées c'est toute la grande famille qui doit se laver pendant une semaine avec une décoction de l'écorce de baobab pour conjurer les mauvais esprits. La culture Otamari accorde aussi une place de choix au baobab dans bon nombre de cérémonies traditionnelles. Le « Dikou » est une cérémonie d'enlèvement de deuil au cours de laquelle un morceau de branche de baobab bien emballé représente le défunt. Ce morceau de branche qui sera enterré reçoit les mêmes honneurs que le corps du défunt. Aussi, les cérémonies d'initiation du jeune Otamari (Difôni) et de la jeune Otamari (Dikountri) ont aussi lieu au pied d'un baobab. Il faut préciser que ces deux cérémonies d'initiation sont des fêtes très importantes dans la tradition Otamari.

### Discussion

Les multiples utilisations des différents organes du baobab ne sont plus à démontrer. En dehors de celles signalées au Bénin, le baobab présente d'autres utilisations indiquées par d'autres auteurs de par le monde. Très récemment, les diverses utilisations traditionnelles des organes du baobab ont été récapitulées par Dweck (1997). Ainsi, la poudre des feuilles, la pulpe et les graines sont utilisées par les populations rurales dans les traitements de l'asthme, la fatigue,

Tableau 1: Vertus et utilisations thérapeutiques des organes de baobab en milieu paysans au Bénin

Organes utilisés	Vertus	Posologie ou mode d'emploi	Méthode de fabrication	Remarque/contre indication
Feuille (poudre)	Hémorroïdes (internes)	3 cuillerées à soupe dans un quart de litre d'eau à consommer en une seule prise et à répéter pendant 3 jours dans la semaine	Battre correctement le mélange jusqu'à obtention d'un mélange homogène, concentré et gluant qu'on donne à boire au patient	Le traitement est long, il peut durer plusieurs semaines, voire plusieurs mois en fonction de l'ampleur de la maladie. Selles pâteuses, bourdonnements dans le ventre pendant quelques heures.
Ecorce fraîche	Plaie de circoncision	Asperger chaque jour et pendant une semaine la plaie avec le substrat obtenu après écrasement de l'écorce	Ecrasement dans une petite quantité d'eau de l'écorce fraîche jusqu'à l'obtention d'un substrat	Au bout de 7 jours on obtient la cicatrisation de la plaie. La plaie doit être laissée en contact de l'air.
Ecorce	Développement de l'organisme à l'allure du Baobab	3 poignées du produit mélangé à l'alimentation de l'animal (régulièrement)	Ecorce de baobab mélangée à celle du <i>Poupartia birrea</i> le tout réduit en poudre	Chez le bœuf on observe un développement extraordinaire du la bosse
Poudre des feuilles	Constipation des bœufs	1 litre de mélange administré à l'aide d'un tuyau. A répéter le lendemain.	1/2 kg de poudre dans 2 litres d'eau, à battre fortement jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène concentré.	Après deux utilisations l'animal retrouve sa forme
	Constipation chez les personnes	3 cuillerées à soupe dans un quart de litre d'eau à consommer en une seule prise	Battre correctement la solution jusqu'à obtention d'un mélange homogène, concentré et gluant qu'on donne à boire au patient	On est déconstré dans les deux à trois heures. Selles pâteuses et bourdonnement dans le ventre pendant quelques heures.
Vieille coque de fruit calcinée réduite en poudre	Traitement des dermatoses	Appliquer régulièrement le mélange sur toutes les parties couvertes par les dermatoses	3 pincées de la poudre mélangée au beurre de vache.	Au bout de quelques jours (variables) on constate la disparition des dermatoses
Vieille coque de fruit calcinée réduite en poudre	Plaies incurables	Laver soigneusement la plaie et la couvrir avec une à deux pincées de la poudre. Chaque pansement doit durer 2 à 3 jours avant d'être nettoyé.	Calcinée la coque, l'écraser et la réduire en poudre	Si la plaie n'est pas très profonde, la cicatrisation est obtenue en quelques jours

Tableau 1: (cont.)

Organes utilisés	Vertus	Posologie ou mode d'emploi	Méthode de fabrication	Remarque/contre indication
	Traitement de panaris	Le mélange obtenu dans le cadre de traitement des dermatoses est utilisé pour recouvrir le doigt atteint. Faire 7 à 10 applications à raison d'une application/jour.	3 pincées de la poudre de vieille coque calcinée à mélanger avec du beurre de vache pour obtenir un mélange pâteux	Après 7 applications les douleurs sont entièrement atténuées.
	Traitement de la teigne et de déparasitage externe des animaux	Appliquer régulièrement le mélange jusqu'à disparition des boutons ou des parasites	Ecraser la coque calcinée pour obtenir de la poudre qu'on mélange avec du beurre de vache pour obtenir un mélange pâteux	Raser des poils et appliquer le mélange pâteux sur tout le corps de l'animal
Amande des graines	Pour calmer le Hoquet	Une cuillerée à café du produit diluée dans un verre de l'eau ou de lait	Ecraser l'amande des graines et servir dans un liquide (eau/lait)	Utiliser surtout pour les enfants
Pulpe	Aphrodisiaque	1 cuillerée à café dans un verre de lait ou une tasse de bouillie à consommer à volonté	Pulpe de baobab mélangée à la poudre et <i>Euphorbia forskalii</i>	Augmente la quantité de sperme. Conseiller seulement pour les adultes.
Racines	Reconstitue la virginité d'une jeune fille	-	-	Vertu utilisée en milieu Tehanga pour éviter à la famille la honte. En donnant en mariage une fille déviergée.

Tableau 2: Autres utilisations thérapeutiques des organes de baobab signalées au niveau paysan sans une posologie formelle

Parties du baobab	Maladies traitées ou vertus
Pulpe	Maux de ventre, ulcère, perte de virilité, tonifiant et stimulant, convalescence, paludisme, inappétence, diarrhée, rhume ou toux, grippe, purge, aphrodisiaque, hémorroïde
Graine	Toux, maux de ventre, hypertension artérielle
Feuille	Anémie, stimulant et tonifiant, perte de virilité, hémorroïde, aphrodisiaque, asthme, dentition chez le nourrisson
Ecorce	Diarrhée, plaies incurables et béantes, maux de dents, brûlure, vigueur chez le bébé
Racine	Epilepsie (racine associée à d'autres feuilles) croissance normale et protection des bébés
Poils urticants de la capsule	Maux de ventre intense fréquents chez les nourrissons
Fleurs	Facilite l'expulsion rapide du fœtus lors de l'accouchement chez la femme
Capsule	Indigestion, nausée, plaies

des otites, des plaies incurables et dans la régulation de la tension artérielle. Dans la médecine traditionnelle indienne, les écorces sont utilisées comme antipyrétique et la pulpe contre la diarrhée et la dysenterie (Sidibé et Williams 2002). Par ailleurs, Adesanya et al. (1988) ont signalé l'utilisation de l'écorce contre l'anémie au Nigeria. En Afrique de l'Est, Wickens (1982) a démontré la présence dans l'écorce, la pulpe et les graines des antidotes contre les poisons occasionnés par *Strophantus* sp. Par ailleurs, Andrianaivo-rafehivola et al. (1995) ont démontré l'efficacité de l'huile extraite des graines de baobab dans la lutte contre les maladies du foie. (Baumer 1995) a signalé l'exportation de la pulpe du Soudan vers les industries pharmaceutiques britanniques qui l'utilisent dans la fabrication de produits anti-inflammatoire. L'ensemble de ces utilisations reconnues à l'espèce serait évidemment dû à la richesse de ses différents organes en composantes nutritives et en antibiotiques. En effet, il a été noté dans les différents organes de l'espèce la présence des alcaloïdes, des tannins, des flavonoïdes, des stérols, des coumarines, et des saponosides (Ramadan et al. 1993, Codjia et al. 2001, Sidibé et Williams 2002). Il s'agit des substances organiques azotées et basiques douées de propriétés physiologiques entretenant le système nerveux et la moelle épinière (alcaloïdes) ou qui sont des toniques veineuses ayant des propriétés antispasmodiques, anti-ulcéreux et anti-inflammatoire (flavonoïdes) ou encore qui sont des substances poly-phénoliques qui se combinent aux protéines de la peau pour la rendre imputrescible (tanins). La présence de l'adansonine ( $C_{48}H_{36}O_{33}$ ) dans l'écorce justifie son utilisation contre la malaria et les autres fièvres (Sidibé et Williams 2002). La teneur très élevée en fer aussi bien dans les feuilles que dans les graines, de l'ordre de 29,3% de la matière sèche (Codjia et al. 2001), justifie les raisons pour lesquelles elles sont indiquées dans le traitement de l'anémie car le fer a la propriété de fixer l'hémoglobine empêchant ainsi l'anémie. Les graines quant à elles, contiennent non seulement des teneurs élevées en protéines de l'ordre de 33,88% et en lipides de l'ordre de 28,28% (Codjia et al., 2001) mais aussi des acides aminés essentiels à des taux qui supportent les recommandations établies pour les êtres humains par la FAO (Yazzie et al. 1994). Ces fortes teneurs des graines en protéines et en acides-aminés essentiels justifient leur utilisation pour la croissance des enfants et expliquent leur utilisation au niveau local dans la fabrication des concentrés de protéines: le « mougou-mougou » en milieu Dendi au Bénin par exemple. Aussi, les valeurs énergétiques très élevées de la pulpe de l'ordre de 1180-1900 KJ/100g (Becker 1983), justifient les raisons pour lesquelles les populations locales l'utilisent dans la fabrication des boissons énergétiques et rafraîchissantes.

Par ailleurs, les valeurs culturelles et mythologiques du baobab sont également signalées au Sénégal, au Mali, au Burkina-Faso et au Niger (Sidibé et Williams 2002). Chez les Dogons au Sénégal, le baobab s'intègre à la vie et à la mort. A Bandiagara, en pays Dogon, c'est un mode

de sépulture réservé aux lépreux. On choisit le baobab creux, avec une ouverture de préférence tournée vers le haut. La dépouille est fixée sur un brancard, glissée à l'intérieur et l'ouverture scellée avec de l'argile et de la paille. En fait, l'utilisation de ce type de sépulture est bien une conséquence de la peur de la maladie. Un cadavre de lépreux en terre risque d'amener une pluviosité insuffisante, sans compter la souillure du sol pendant des années, et donc des céréales, des fruits, des mares. Baumer (1995) indique que le baobab est très important dans la culture sahélienne en général si bien qu'il existe encore des villages complètement enfouis dans des peuplements denses de baobabs entourant défensivement ces villages. C'est le cas également dans les régions septentrionales du Bénin qui partagent avec ces régions sahéliennes des populations qui historiquement sont les mêmes. Mais d'après Sène (1985), dans les pays pauvres d'Afrique où subsistent encore à l'état naturel ces ressources biologiques, aucun plan d'aménagement n'est développé à l'endroit de ces ressources. Pire, il n'existe pratiquement pas de politique adéquate de mise en filière de ces ressources. Depuis très longtemps, ces ressources phytogénétiques d'une importance capitale pour les populations locales n'ont pas bénéficié d'une attention de la part des décideurs politiques, des aménagistes, des gestionnaires et des scientifiques. Souvent, les préjugés des décideurs politiques et des populations des villes en général favorisent les produits de type occidental au détriment des produits locaux. Ces derniers sont soit socialement inacceptables, soit considérés comme technologiquement inférieures parce qu'ils ont été utilisés par les populations ancestrales non avancées (Sène 1985). Or selon plusieurs études, la production de ces non-ligneux pourrait même, dans certaines forêts être à terme plus rentable que la conversion de la forêt en pâturages ou en terres agricoles (Hecht et Schwartzman 1988, Peters 1990). Mieux, les populations rurales africaines notamment les femmes rurales disposent sur ces ressources des savoirs accumulés depuis des millénaires. Ceci est mis en évidence par les technologies endogènes développées par les populations rurales de la partie septentrionale du Bénin en ce qui concerne la transformation des organes du baobab. Ce sont des preuves qui témoignent d'une parcelle du génie du peuple noir à valoriser ses ressources naturelles à des fins d'usage multiple. Mais, ces technologies endogènes développées par les populations rurales semblent être culturelles. Historiquement, les Otammari ou Betammaribè constituent avec les Besorubè un grand groupe socio-culturel connu sous le nom de « Somba ». Mercier (1968) rapporte de nombreuses sens étymologiques liés à ce groupe ethnique dont l'un très révélateurs fait des « Somba » les « hommes du baobab » parce qu'ils en consomment la farine.

### **Conclusion**

En définitive, le baobab est une ressource à usage multiple au Bénin sur laquelle les populations rurales disposent d'énormes connaissances du point de vue alimentaire, médicinal et culturel. Dans le contexte actuel de la diversification des filières agricoles pour l'amélioration des conditions de vie des populations rurales et pour la résolution des problèmes d'insécurité alimentaire, il urge de s'appuyer sur les connaissances endogènes des populations sur ces ressources à potentialité économique afin de mieux les valoriser au profit des paysans. Ceci passera nécessairement par une prise de conscience des gestionnaires, des décideurs politiques, des scientifiques et des bailleurs de fonds sur les potentialités qu'offrent ces ressources pour les populations rurales pauvres. Cette prise de conscience est déterminante pour la prise en compte des ressources forestières alimentaires en général et le baobab en particulier dans les grands programmes nationaux d'aménagement forestier. Ceci induira évidemment une amélioration des conditions de vie des populations rurales pauvres n'ayant que comme richesse ces ressources locales.

### **Références**

- Addy EOH, Salami LI, Igboeli LC, Remawa HS. 1995. Effect of processing on nutrient composition and anti-nutritive substances of African locust bean (*Parkia filicoidea*) and baobab seed (*Adansonia digitata*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 48(2): 113-117.
- Adesanya SA, Idowu TB, Elujoba AA. 1988. Antisickling activity of *Adansonia digitata*. *Planta medica* 54 (4): 374.



- Andrianaivo-Rafehivola AA, Siess MH, Gaydou EM. 1995. Modifications of hepatic drug metabolizing enzyme activities in rats fed baobab seed oil containing cyclopropanoid fatty acids. *Food and Chemical Toxicology*, 33(5): 377-382.
- Barminas JT, Carles M, Emmanuel D. 1998. Mineral composition of non-conventional leafy vegetables. *Plant Foods for Human Nutrition*, 53(1): 29-36.
- Baumer M. 1995. Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique Occidentale. Ed. Enda. Dakar. pp 13; 22-25. ISBN 92-9130-006-3
- Becker B. 1983. The contribution of wild plants to human nutrition in the Ferlo (Northern Senegal). *Agroforestry Systems*, 1: 257-267.
- Codjia JTC, Fonton-Kiki B, Assogbadjo AE, Ekué MRM. 2000. Le baobab (*Adansonia digitata*), une espèce à usage multiple au Bénin. CECODI /CBDD/ Veco/ SNV/ FSA. 47pp. ISBN 99919-953-0-7
- Delisle H, Bakari S, Gevry G, Picard C, Ferland G. 1997. Provitamin A content of traditional green leaves from Niger. Original Title: Teneur en provitamine A de feuilles vertes traditionnelles du Niger. *Cahiers Agricultures*, 6(8): 553-560.
- Dweck AC. 1997. Ethnobotanical use of plants. Part 2, Africa. *Cosmetics and Toiletries*, 112: 4.
- Hecht S, Schwartzman S. 1988. The good, and the ugly: extraction colonist agriculture and livestock in comparative economic perspective. These. Los Angeles, Calif. Graduate school of Architecture and Urban Planning, UCLA.
- Igboeli LC, Addy EOH, Salami LI. 1997. Effects of some processing techniques on the antinutrient contents of baobab seeds (*Adansonia digitata*). *Bioresource Technology*, 59(1): 29-31.
- Mercier. 1968. Tradition, changement, histoire. Les « Somba » du Dahomey Septentrional. Eds Anthropos, Paris; 538 pp.
- Obizoba IC, Amaechi NA. 1993. The effect of processing methods on the chemical composition of baobab (*Adansonia digitata* L) pulp and seed. *Ecology of Food and Nutrition*, 29(3): 199-205.
- Peters C. 1990. Valuation of an Amazonian rainforest. *Nature*, 339: 655-656.
- Ramadan A, Harraz FM, El Mougy SA. 1994. Anti-inflammatory, analgesic and antipyretic effects of the fruit pulp of *Adansonia digitata*. *Fitoterapia*, 65(5): 418-422.
- Sena LP, Vanderjagt DJ, Rivera C, Tsin ATC, Muhamadu I, Mahamadou O, Millson M, Pastuszyn A, Glew RH. 1998. Analysis of nutritional components of eight famine foods of the Republic of Niger. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52(1): 17-30.
- Sène EH. 1985. Arbres, production alimentaire et lutte contre la désertification. *Unasylva* 37, 150: 19-26.
- Sidibe M, Scheuring JF, Tembely D, Sidibe MM, Hofman P, Frigg M. 1996. Baobab - home-grown vitamin C for Africa. *Agroforestry Today*, 8(2): 13-15.
- Sidibe M, Williams JT. 2002. Baobab. *Adansonia digitata*. International Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK. P. 100. ISBN 0854327762.
- Wickens GE. 1982. The baobab –Africa's upside-down tree. *Kew Bulletin*, 37: 173-209.
- Yazzie D, VanderJagt DJ, Pastuszyn A, Okolo A, Glew RHH. 1994. The amino acid and mineral content of baobab (*Adansonia digitata* L.) leaves. *Journal of Food Composition and Analysis*, 7(3): 189-193.

*Ex situ* conservation and genetic enhancement**Progress on the conservation of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) germplasm**S.A. Ajayi<sup>1</sup>, P. Berjak<sup>2</sup>, J.I. Kioko<sup>2</sup>, M.E. Dullo<sup>3</sup>, R.S. Vodouhe<sup>4</sup><sup>1</sup> Seed Science Lab., Department of Plant Science, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria<sup>2</sup> Plant Cell Biology Research Unit, School of Life and Environmental Sciences, University of KwaZulu-Natal, Durban, South Africa<sup>3</sup> Bioversity International<sup>7</sup>, Rome, Italy<sup>4</sup> Bioversity International, West and Central Africa Office, Cotonou, Benin**Abstract**

Narrow and rapid loss of natural diversity, non-distinguishable plant sex before flowering and desiccation-sensitive-seeds are some of the constraints limiting the exploitation of the nutritional and industrial potentials of the fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. f.), a multi-purpose leafy vegetable indigenous to southeast Nigeria. To accelerate conservation of germplasm and encourage continuous utilization of this crop, therefore, objectives of these investigations are:

- To identify the sex, by determining seed and seedling makers for sexual differentiation;
- To extend the short- to medium-term storage potential of seeds by suitable pre-treatments;
- To develop tissue culture protocols for plantlet regeneration and rooting of vine cuttings;
- To develop protocols for cryopreservation of the germplasm.

Results from the on-going experiments indicate that the pattern of the first two leaves may be a useful indicator of sex, during early seedling development. *In vitro* growth of excised embryonic axes was better on full- than half-strength MS medium on the one hand and with parts of cotyledon than without, on the other hand. Root growth was normal and proportional to shoot growth when embryonic axes were cultured with little or no cotyledonous tissues, but when axes were cultured with substantial cotyledon segments, root growth was retarded compared to shoot growth.

**Introduction**

The fluted pumpkin, *Telfairia occidentalis* is a popular nutritional and medicinal plant. It is an important income-earner for many subsistence households because of the all-year-round demand for the vegetative parts and fruits. In southern Nigeria, there are exclusive markets for fluted pumpkin fruits where mobile traders offer the fruits for sale, sometimes directly to consumers but principally to sedentary retailers. Mobile traders, traditionally called 'alajapa', are always on the road to farm settlements and villages, up to 300 km from the market, buying all kinds of farm produce, including fluted pumpkin leaves and fruits that are transported to urban centres or produce-specific markets. This growing demand has made fluted pumpkin to be prominent as one of farmers' regular and high income-earning crops. Unlike the past when fluted pumpkin was regarded as a woman's plant and cultivated mostly in home gardens, sole cropping and total acreage of *T. occidentalis* is increasing, extending from forest to savannah ecologies across West Africa (Obiagwu and Odiaka 1995).

There is, however, comparatively little knowledge about the biology of the plant relative to its high utility value. Many constraints, amenable to research but neglected, have become practical problems for extensive and productive cultivation of fluted pumpkin (Schippers 2000). Genetic diversity is narrow and localized. Fluted pumpkin is not found in the wild which, coupled with its cultivation in backyards for many decades, (Okoli and Mgbeogu 1983; Akoroda 1990), has contributed to the rapid loss of diversity and restriction of genetic recombination between the yet uncharacterized morpho- and eco-types. Despite early detection and warning

signals on the potential destructiveness of the *Telfairia* mosaic virus (Nwauzo and Brown 1975), the seed-transmitted disease is currently spreading and decimating plant productivity and cultivation through flower abortion and seedlessness (Schipper 2000).

Though perennial, fluted pumpkin is cultivated as an annual crop. Farmers prefer to plant fresh seeds to ensure having a crop and because of the general belief, though not proven, that the second and subsequent *Telfairia* crops are not as productive as the first. However, competition for seeds between the requirement for planting and an all-year round demand for consumption is high. The seeds cannot tolerate air-dry storage for more than a few weeks (Ajayi 2004), but there is a 4-5 months off-season between fruit harvesting and the next planting, when seeds must be stored. The traditional storage technique involves retaining the seeds inside fruits that are kept in cool conditions, but even under these conditions, it is difficult to prevent germination of the desiccation-sensitive seeds, rendering them useless for planting and undesirable for consumption. It is, therefore, economical for farmers to sell fruits for human consumption rather than to keep them for later planting and this creates a serious lack of seeds for sexual propagation. Additionally, the plants do not regenerate from vine cuttings (asexual propagation).

Farmers prefer to raise female plants because these, compared with male plants, have luxuriant and vigorous growth, yielding more leaves and shoots for commercial purposes. However, it is not possible to predict the sex of the plant that will develop from any one seed or the seedlings until plants start flowering, about 4-5 months after planting (Akoroda et al. 1990).

In recognition that fluted pumpkin is endangered, Bioversity International awarded a Vavilov-Frankel Fellowship in 2002 to support investigations on 'Sexual identification, seed handling and cryostorage of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. f.) germplasm'. The objectives of the investigations were:

1. To extend the short- to medium-term storage potential of seeds by suitable pre-treatments;
2. To identify seedling makers for sexual differentiation;
3. To develop tissue culture protocols for plantlet regeneration and rooting of vine cuttings; and
4. To attempt cryopreservation of the germplasm.

### **Progress to date**

**Seeds and ethnobotanical information:** Fruits used for this study were purchased around Ikorodu, a major *T. occidentalis* cultivation and marketing area in Lagos State, Nigeria. Seeds were extracted and freighted to South Africa within 24 hours. There were two major morphological seed types- purple/black and light-brown (Figure 1). Within fruits, purple/

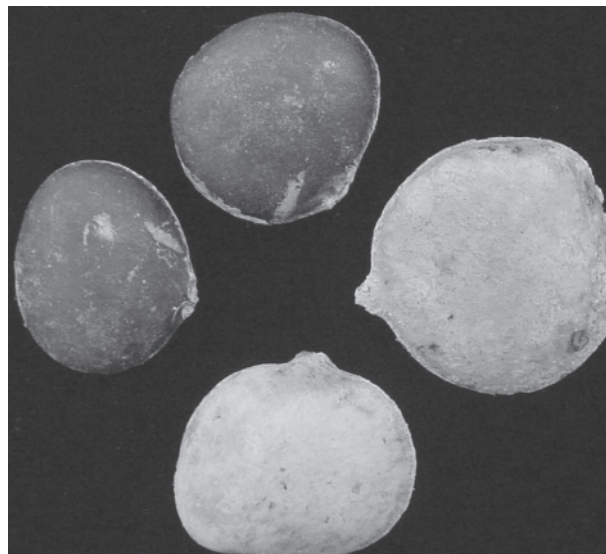


Figure 1: Morphological variation in *T. occidentalis* seed colour

black seeds were enmeshed in white to light-yellow spongy maternal tissues while yellow seeds were enmeshed in reddish-yellow tissues. Some farmers claimed that the colour of the seed coat and of the surrounding maternal tissues are a function.

According to an Ibo female farmer and a mobile trader of fluted-pumpkin fruit, the black-seeded variant is known as “*yoruba-ugu*” (*Yoruba* is the main ethnic group in Southwest Nigeria where Lagos is located and *ugu* is a prominent local name for the species), while the yellow-seeded type is known as “*ibo-ugu*”, Ibo being the main ethnic group in Southeast Nigeria from where *T. occidentalis* is believed to have originated (Akoroda 1990). According to the farmer, *yoruba-ugu* produces more male than female plants while *ibo-ugu* produces more female plants, has more, and comparatively larger leaves. Although a mature *ibo-ugu* fruit is about half to one-third the size of a mature *yoruba-ugu*, *ibo-ugu* is more expensive in the market, as was the case when fruits for this study were purchased. The yellow-seeded fruits, however, contained up to twice as many seeds and there was far less surrounding maternal tissues, suggesting that there is need to collect and characterize fluted pumpkin germplasm to identify useful agronomic traits.

**Seedling morphology:** Young fluted pumpkin seedlings exhibited wide morphological variations. Based on phyllotaxy at the first 4-5 nodes, three forms were distinguishable:

- Form I: opposite leaves, short internodes, fast growth and elongation, seedlings were more vigorous and robust than those of the other two groups
- Form II: comparatively smaller and alternate leaves, slimmer vines, long internodes, slower growth and elongation
- Form III: morphologically similar seedlings to form I but leaf arrangement was more opposite than alternate although dissimilar to either of the other two forms.

Different patterns of tendril formation were also observed within each form. Some seedlings had tendrils from the second or third node while others had no tendril in the first five nodes. Detailed observations are being recorded on individual plants to identify correlation with sex when the plants begin flowering.

**Desiccation sensitivity and drying characteristics:** Fluted pumpkin seeds have been classified as recalcitrant (Akoroda 1986) but the information on which this classification was based has limited usage for developing suitable protocols for extending storage potential and for cryopreservation. Therefore, embryonic axes were excised, dried using two methods and cultured to determine the extent to which the axis can tolerate desiccation; this is a necessary prerequisite for cryostorage. Axes were (i) dried with a stream of dry air over silica gel in a flash dryer for 2 hours and sampled at 15 min intervals (fast drying), and (ii) placed over a static system of saturated barium chloride solution in a hermetically-sealed plastic container at 25°C (85% r.h.) for 3 days, with 12 hours sampling intervals (slow drying). Axis water concentration was determined gravimetrically at each sampling for each drying method by taking individual measurements on five axes. Fifteen other axes were rehydrated in 1:1 calcium-magnesium solution (1  $\mu$ M  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ : 1 mM  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  [Berjak and Mycock 2004]) for 30 min followed by surface sterilization as described above. Viability was then assessed by culturing three replicates of five axes each on full strength MS after sterilization.

In both flash and slow drying, loss of water from excised axes was triphasic (Figure 2). There was an initial rapid loss of water, about 40% of the initial water content, and this had occurred by the first sampling points in both cases. This water loss enhanced germination at the first sampling after drying, by 20% on flash drying and 7% on slow drying, compared with germination before drying. The second phase was a less abrupt, but progressively declining loss of water. In the flash dried material, the enhanced germinability was sustained when water concentration was in the range of 1.04 - 0.45 g  $\text{H}_2\text{O}$  g<sup>-1</sup> dry weight with germination declining rapidly thereafter. In contrast, the initial enhanced germination of axes after slow drying was not sustained. Rather, germination decreased from 80% at the first sampling and levelled out to 53% after 48 hours of dehydration,



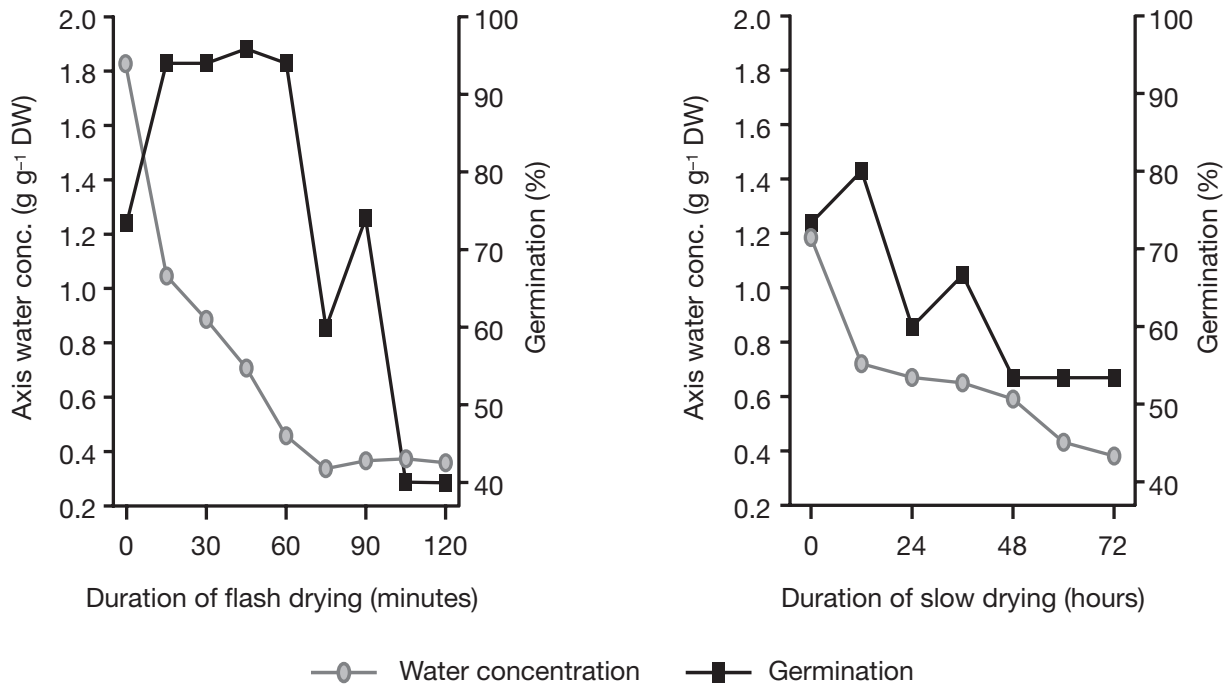


Figure 2: Drying characteristics of embryonic axes

corresponding to a range of water concentration of 0.72-0.59 g H<sub>2</sub>O g<sup>-1</sup> DW. When desiccation-sensitive-axes dry slowly, metabolism becomes increasingly unbalanced, with lethal results at water concentration of around 0.8 g H<sub>2</sub>O g<sup>-1</sup> DW while rapid dehydration curtails the time during which deleterious metabolism-linked events can occur (Pammenter et al. 1998). Stimulation of germination on initial dehydration has been observed for non-orthodox seeds/axes of a variety of species, and the basis of this phenomenon is presently being studied. At the third phase there was no further loss of water, irrespective of drying time and this was more pronounced in fast than in slow drying. The water remaining is probably structure-associated, and not free. The longer non-orthodox axes are subjected to water stress, the more debilitated they become (Pammenter et al. 1998) which is a further manifestation of their desiccation sensitivity.



Figure 3: Wet storage of seeds suspended over wet papers in buckets (left) and over water (right)



At any given water content, there was, on average, 25% more germination after fast than after slow drying. The intensity of greenness of germinating axes was higher for partially-desiccated, compared with non-desiccated, axes.

**Wet storage:** About 300 seeds were spread in monolayer on a mesh pre-soaked in 1% JIK™ (3.5% sodium hypochlorite) for 30 min and thereafter suspended over wet paper towel in closed translucent buckets (Figure 3) stored at 6, 16 and 25°C.

At two week-intervals *in vitro* germination of excised axes was monitored following the protocols described above. At each sampling the numbers of infected or germinated seeds were counted and those seeds were then discarded. Apart from seeds separated for wet storage trials, the remaining seeds were kept at 16°C in perforated plastic trays suspended over water in an enclosed container and loosely covered with black plastic sheet. Fungal infection, combined with storage temperature, posed the major problem for wet storage of *T. occidentalis* seeds. About 70% of seeds stored at 25°C were lost to fungal infection or germination within two weeks (Table 1, Figure 4a, b). By four weeks after storage, the few seeds that did not show

Table 1: Influence of storage temperature and duration on wet storage of *Telfairia* seeds

Storage temp. °C	Duration of storage (weeks)	Infected seeds %	Seed germination (in storage), %	Germination of excised axes ( <i>in vitro</i> ), %
6	0	0	0	73.33
	2	0.36	0	40.00
	4	2.91	0	0
	6	25.82	0	0
16	0	0	0	73.33
	2	1.09	0	86.67
	4	26.55	12.36	93.33
	6	35.27	3.64	93.33
25	0	0	0	73.33
	2	57.45	18.91	73.33
	4	10.91	0.73	–
	6	–	–	–

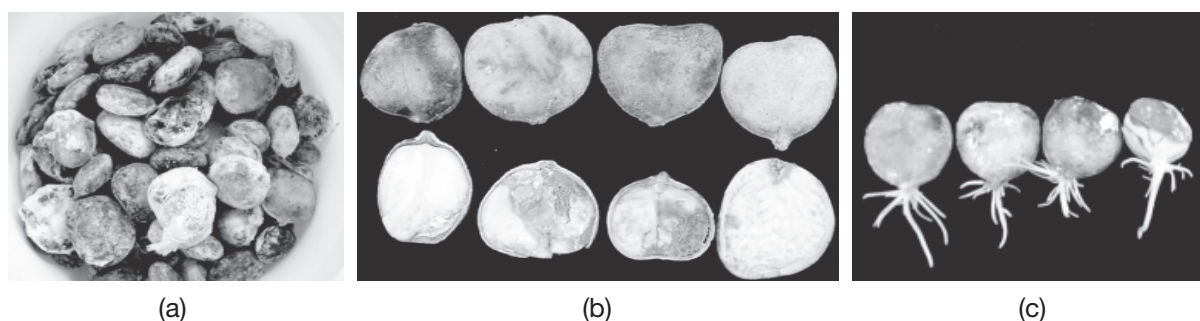


Figure 4: Seed storage at 25°C- fungal proliferation on seed surface (a) and germinated seeds (b) after two weeks storage and internal decay of externally-clean seeds after four weeks storage (c)

surface fungal proliferation two weeks after storage nevertheless showed internal cotyledon and embryonic axes infection and decay (Figure 4c). Culture of internal cotyledon segments from surface-sterilized seeds that showed no external infections revealed presence of fungal

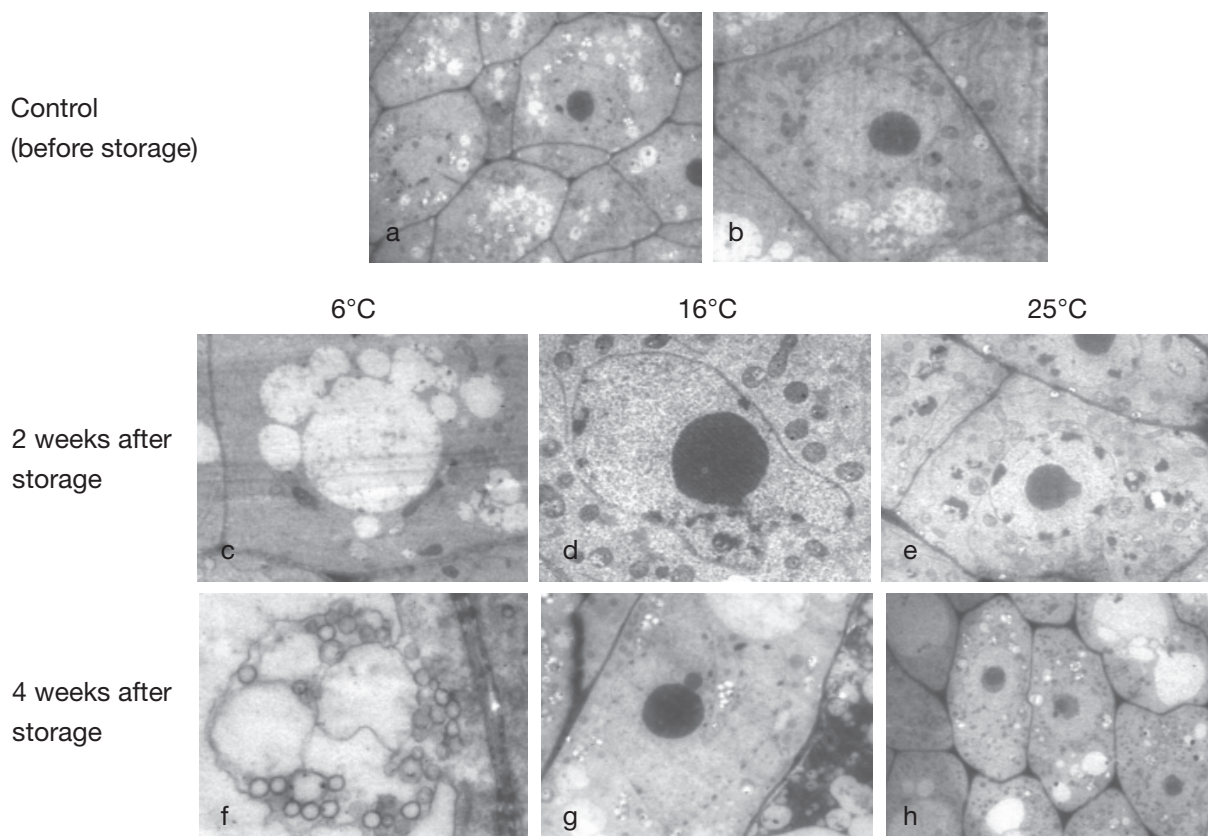


Figure 5: Ultrastructure of the embryonic root meristem of fluted pumpkin seeds either freshly harvested, or stored for 2 or 4 weeks at 6, 16 and 25°C. In freshly-harvested seeds, the cells had relatively-small vacuoles distributed evenly within the cytomatrix, and had spherical nuclei dominated by prominent nucleoli (a). The cells showed indications of active metabolism, such as abundant cristate mitochondria, numerous profiles of rough endoplasmic reticulum, and non-membrane polysomes – features typical of mature recalcitrant seeds (b). Following storage for two weeks, the ultrastructure of seeds stored at 25°C was largely maintained (e), while that of seeds stored at 6°C (c) and 16°C (d) showed abnormalities such as a concentric arrangement of vacuoles, highly lobed nuclei, and distended plastids and mitochondria. After storage for four weeks, seeds at 6°C had a completely deranged ultrastructure, with any visible organelles having lost all internal structure (f). Cells of seeds stored at 16°C showed an accumulation of the damage present after two weeks' storage, with even more severely lobed nuclei and electron-translucent plastids (g); while the ultrastructure of seeds stored at 25°C remained apparently normal (h).

inoculum, suggesting that internal infection had occurred prior to storage, and could have been systemic during seed development. Germination of embryonic axes excised from seeds stored at 6°C was poor and germinability was lost within four weeks, suggesting that fluted pumpkin seeds are chilling-sensitive.

The ultrastructure of the embryonic root meristem of germinating axes showed that the seeds are markedly chilling-sensitive, being damaged at a temperature as high as 16°C from two weeks after storage (Figure 5) even though the effect was not detected in the viability test.

Axes excised from seeds stored at 6°C showed more bacterial than fungal contamination while those from seeds stored at 16°C were more susceptible to fungal proliferation in culture. This suggests that the seed-associated fungi alone were chilling-sensitive. In the seed stock stored at 16°C the proportion of axes showing contamination in culture progressively increased from 0% before storage to about 25% after four weeks storage and more than 90% after two months storage. Light-brown seeds were less susceptible to microbial infection in storage than purple/black seeds.

Dropping condensation water back onto the seeds in sealed buckets contributed to seed germination during storage at 16°C. Early during storage, this was a marked difference in the number of seeds that germinated between seeds stored in sealed buckets and those stored on trays loosely covered with plastic sheeting. None of the seeds in the loosely covered trays germinated in the first two weeks of storage. However, a major problem with loose covering of seeds spread on perforated trays was that they lost water probably because of the dry air in the air-conditioned room. By three months after storage, the few seeds that escaped fungal infection had dried and seed coats broke with little pressure. Thus, aeration is suggested to be an important consideration in wet storage of *Telfairia* seeds.

In summary, whole axes of *T. occidentalis* are sensitive to chilling and desiccation and the seeds can be unequivocally classified as recalcitrant. The lowest axis water concentration indicated that permitted germination was too high for dry storage or for cryopreservation hence the suitability of other explants, for example, axillary buds, was also investigated. Similarly, 16°C was too low for wet seed storage. There is need to also investigate whether temperature in the range 16-25°C is suitable and for how long seeds would survive. Because fruits used in this study were purchased in open markets, the maturity status, duration and condition of storage from harvest could not be ascertained. Thus more studies need to be conducted on the response of seeds of different maturities to desiccation and storage. Maturity plays a significant role on precocious germination of fluted pumpkin seeds in particular (Adetunji 1997) and also on the response to desiccation of recalcitrant seeds in general.

**In vitro behaviour:** To find a suitable protocol for the growth of excised zygotic embryonic axes, two different culture media were evaluated, namely, full- and half-strength MS nutrients (Murashige and Skoog, 1962) fortified with 3% sucrose and solidified with 0.8% agar. Axes were excised either without any cotyledonary material, or with minimal cotyledon segments as were considered would prevent injury to the embryonic axes, and with about 1-2 mm cotyledon segment. Prior to culture, embryonic axes were treated in succession for 10 min per treatment first, with 1% Hibitane (Zeneca South Africa, Wood Mead, S.A.) followed by a cocktail of two systemic fungicides- Early Impact (Zeneca Agrochemicals SA, Gallo Manor, S.A.) and Previcur N (R.T. Chemicals, Pietermaritzburg, S.A.) at 0.2 and 2.5 ml l<sup>-1</sup>, respectively. Finally, the axes were immersed in 2.5% sodium hypochlorite to which two drops of Tween 20 were added, for 5 min. The explants were then rinsed at least three times with sterile distilled water. Cultures were kept under (i) low light intensity (32 µE m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) or (ii) high light intensity (64 µE m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) at 25°C and 16 hours photoperiod.

Excised embryos germinated better and faster on full than on half-strength MS medium. *In vitro* regeneration was better and significantly faster, by 2-3 days, when embryos were cultured with parts of the cotyledon than without. Germinating axes greened only under low light intensity and the intensity of greenness of the axes was higher for partially-desiccated, compared

Table 2: Media combination for micro-propagation

	NAA mg l <sup>-1</sup>	Kinetin mg l <sup>-1</sup>
Medium 1 (M1)	0.1	1
Medium 2 (M2)	0.1	2
Medium 3 (M3)	0.1	5
Medium 4 (M4)	0.5	1
Medium 5 (M5)	0.5	2
Medium 6 (M6)	0.5	5
Medium 7 (M7)	1.0	1
Medium 8 (M8)	1.0	2
Medium 9 (M9)	1.0	5

with non-desiccated axes (Figure 6a), suggesting the ability for active photosynthesis in culture. Root growth of axes and shoot tips cultured vertically was abnormal and disproportional to shoot growth (Figure 6b). However, this was remedied by changing the orientation of the axis from vertical to horizontal (Figure 6c).

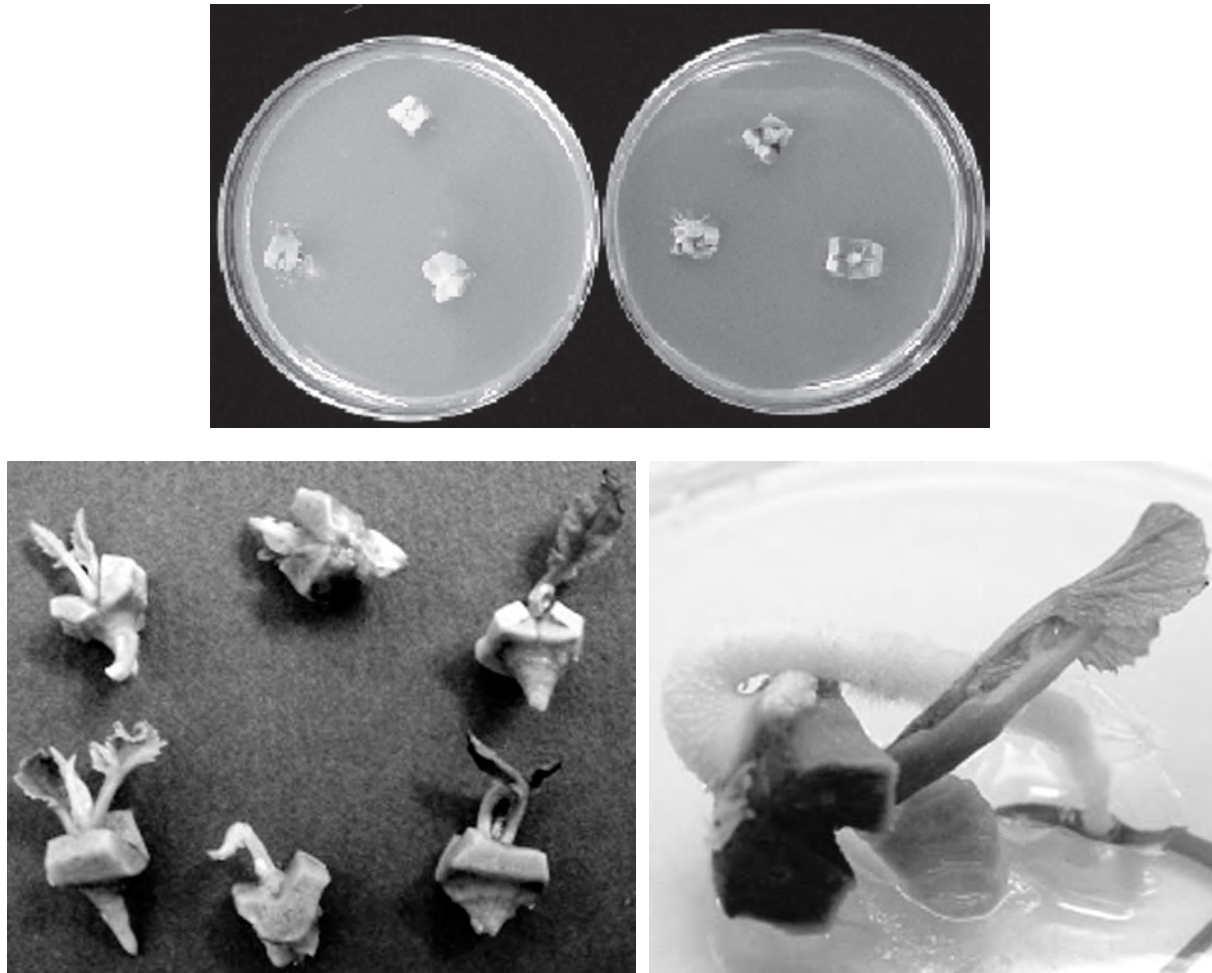


Figure 6: *In vitro* behaviour of excised embryonic axes of fluted pumpkin: (a) greening of non-desiccated versus partially-desiccated axes; (b) vertically-cultured axes with abnormal root growth; and (c) normal root growth of horizontally cultured axes.

**Micro- and vegetative propagation:** Three concentrations of each of two growth hormones, NAA at 0.1, 0.5 and 1.0 mg l<sup>-1</sup> and kinetin at 1.0, 2.0 and 5.0 mg l<sup>-1</sup>, were combined in a factorial design and incorporated into full strength MS medium to find a suitable medium for *in vitro* shoot tip and axillary bud cultures (Table 2). Root tips of excised axes were cut off and cotyledon segments were trimmed down as much as was possible before culture. Similarly, axillary buds were excised from the three top most leaf axils of elongating stems. The shoot tips and axillary buds were surface sterilized as described above. An indirect route for *in vitro* multiplication of axillary bud was also tried. Single node vine cuttings with the subtending leaf trimmed after sterilization to about half or quarter normal size were cultured in a bud induction medium described by Watt et al. (2003) to induce breakage of axillary buds before excision and direct culture.

Vegetative propagation was investigated by treating vine cuttings of different ages with three commercial rooting powders, namely, Seradix B 1, 2, and 3 (Aventis Crop Science SA, Centurion, S.A.), and planted in vermiculite.



Good initiation (80-100%) of germinative growth of excised shoot tips was observed within 96 hours on seven out of the nine media combinations, while 60 and 20% shoot growth initiation were observed on the two other media (Figure 7). The characteristic greening of explants was also observed on tips that initiated growth. But root growth, to different degrees, was observed on only five out of the seven media combinations that favoured shoot growth. The best growth was observed on full strength MS medium earlier described, supplemented with 0.1 mg l<sup>-1</sup> NAA and 2.0 mg l<sup>-1</sup> kinetin. Root growth of axes and shoot tips cultured vertically was abnormal and disproportional to shoot growth, but this was corrected by changing the orientation of the axis from vertical to horizontal as described above.

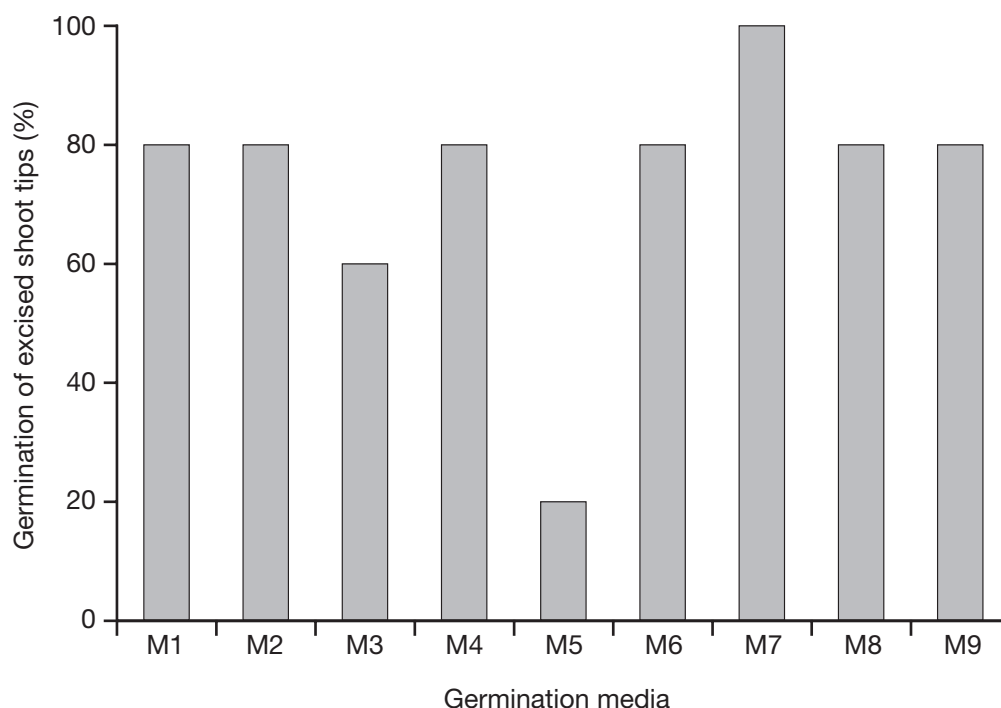


Figure 7: Germination of excised embryonic axes on different media combinations

*In vitro* growth of excised axillary buds was not stimulated on any of the nine media combinations. Rather, all the explants callused. Similarly, axillary buds did not respond to the medium prepared for breakage and which has been used successfully for breakage and rapid multiplication of the axillary buds of *Eucalyptus* spp. and their hybrids (Watt et al. 2003). Further investigations are needed on breakage of axillary buds and *in vitro* multiplication to attempt encapsulation of these tips as an alternative to the problems of non-distinguishable sex and desiccation sensitive seeds.

The commercial rooting powders induced rooting of older vine cuttings. On-going investigations include responses of different morphotypes and sex, as well as optimal number of nodes per cutting. However, until cuttings can be desiccated and stored before rooting or left desiccated in the soil after rooting and successfully regenerated upon wetting, vegetative propagation will still depend on availability of seeds to produce vines. This will further compound the present problem by lengthening the time to wait for seed germination and maturation of the vines before rooting. To make the successful rooting of vine cuttings a relevant solution to the problem of seed scarcity and sexual differentiation, on-going investigations also include an understanding of the mechanism of perenniality of *T. occidentalis*. Upon wetting, the plant regenerates naturally if the root stump of the previous season was left *in situ*.



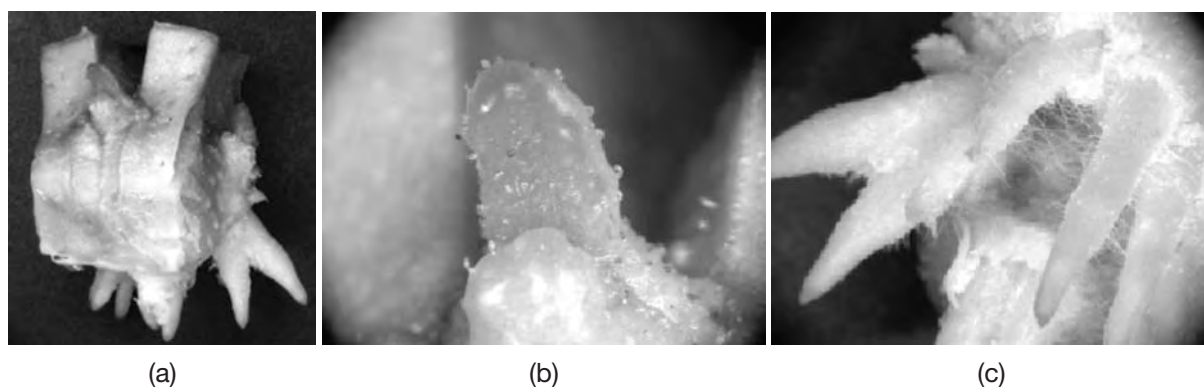


Figure 8: Excised shoot tips grown *in vitro* on MS medium fortified with 0.1 mg l<sup>-1</sup> NAA and 2.0 mg l<sup>-1</sup> kinetin (a), germinating shoot tip (b), and rootlets with hairs growing radially on the periphery of the axes at the root end (c)

**Cryostorage:** Excised shoot tips were flash-dried to a water concentration of about 0.4 g H<sub>2</sub>O g<sup>-1</sup> DW. Ten axes were sealed in a cryotube and plunged into liquid nitrogen for 1 hour. Another 10 axes were directly immersed in nitrogen slush for five minutes. The shoot tips were then thawed, rehydrated in calcium-magnesium solution for 30 min, surface sterilized and cultured as described above.

Compared with >70% germination of the control treatment, shoot tips enclosed in cryotubes and plunged into liquid nitrogen did not germinate. Shoot tips immersed in nitrogen slush were fractured during thawing and rehydration. A major problem when working with *T. occidentalis* axes is the lack of clear demarcation between the cotyledons and zygotic embryonic axis. Both are closely merged and the two cotyledons are fused just at the shoot tip. Therefore, excision of the tip without injury can hardly be done without some cotyledon segment into which liquid nitrogen may accumulate when naked axes are immersed. Such accumulated nitrogen will explode during rehydration, thereby causing shattering. Thus, immersion of the naked axes in cryogen is not likely to be successful. Future attempts of cryopreservation should investigate the use of axes that are slightly more developed and concentrate on treating axes with cryoprotectants.

Contamination of cultured axes or broken pieces was observed at 100, 10 and 0% on the control, liquid nitrogen and nitrogen slush treatments, respectively, further confirming an earlier conclusion that the micro-organisms associated with the seeds were sensitive to chilling.

### Acknowledgement

This study was supported financially with the award of 2002 Vavilov-Frankel Fellowship to S.A. Ajayi by Bioversity International, Rome, Italy.

### References

- Adetunji IA. 1997. Effect of time interval between pod set and harvesting on maturity and seed quality of fluted pumpkin. *Exp. Agric.* 33:449-457.
- Ajayi SA. 2004. Sexual identification, seed handling and cryostorage of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. F.) germplasm. VFF Progress Technical Report submitted to the International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 14 pp.
- Akoroda MO. 1986. Seed desiccation and recalcitrance in *Telfairia occidentalis*. *Seed Sci. Technol.* 14:327-332.
- Akoroda MO. 1990. Ethnobotany of *Telfairia occidentalis* (Cucurbitaceae) among Igbos of Nigeria. *Econ. Bot.* 44:29-39.
- Akoroda MO, Ogbechie-Odiaka NI, Adebyo MI, Ugwo OE and Fuwa B. 1990. Flowering, pollination and fruiting in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). *Sci. Hort.* 43(3-4): 197-206.
- Berjak P, Mycock DJ. 2004. Calcium, with magnesium, is essential for normal seedling development from partially-dehydrated recalcitrant axes: a study on *Trichilia dregeana* Sond. *Seed Science Research*

- 14 (2): (in press) Murashige T, Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth bioassays with tobacco cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
- Nwauzo EE, Brown Jr WM. 1975. *Telfairia* (Cucurbitaceae) mosaic virus in Nigeria. *Plant Dis. Rep.* 59: 430-432.
- Obiagwu CJ, Odiaka NI. 1995. Fertilizer schedule for yield of fresh fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) grown in lower Benue river basin of Nigeria. *Indian J. Agric. Sci.* 65: 98-101.
- Okoli BE, Mgbeogu CM. 1983. Fluted pumpkin, *Telfairia occidentalis*: West African vegetable crop. *Econ. Bot.* 37: 145-149.
- Pammenter NW, Greggians V, Kioko JI, Wesley Smith J, Berjak P, Finch-Savage WE. 1998 Effect of differential drying rates on viability retention of recalcitrant seeds of *Ekebergia capensis*. *Seed Sci. Res.* 8:463-471.
- Schippers R. 2000. African indigenous vegetables. An overview of cultivated species. NRI/CTA, Chatham, UK.
- Watt P, Berjak P, Makhathini A, Blakeway F. 2003. *In vitro* collection techniques for *Eucalyptus* micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 75: 233-240.

## Conservation status of *Telfairia* spp. in sub-Saharan Africa

S.A. Ajayi<sup>1</sup>, M.E Dulloo<sup>2</sup>, R.S. Vodouhe<sup>3</sup>, P. Berjak<sup>4</sup>, J.I. Kioko<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Seed Science Laboratory, Department of Plant Science, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria

<sup>2</sup>Bioversity International, Maccaresse, Rome, Italy

<sup>3</sup>Bioversity International, West and Central Africa, c/o IITA Benin Research Station, Cotonou, Benin

<sup>4</sup>Plant Cell Biology Research Unit, School of Biological Sciences, University of KwaZulu-Natal, Durban, South Africa

### Abstract

Narrow and rapid loss of natural diversity, non-distinguishable plant sex before flowering and desiccation-sensitive seeds are some of the factors limiting the exploitation of the nutritional and industrial potentials of the fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*), a multi-purpose leafy vegetable indigenous to Southeast Nigeria. In order to accelerate conservation of germplasm and encourage continuous utilization of this crop, the objectives of this Bioversity-funded investigation are to: identify the sex, by determining seed and seedling makers for sexual differentiation; extend the short- to medium-term storage potential of seeds by suitable pre-treatments; develop tissue culture protocols for plantlet regeneration and rooting of vine cuttings; and, develop protocols for cryopreservation of the germplasm.

Preliminary results obtained from the on-going experiments indicate that the pattern of arrangement of the first two leaves may be a useful indicator of sex during early seedling development. *In vitro* growth of excised embryonic axes was better on full- than half-strength MS medium on the one hand and with parts of cotyledon than without, on the other hand. Root growth was normal and proportional to shoot growth when embryonic axes were cultured with little or no cotyledonous tissues, but when axes were cultured with a substantial cotyledon segment, root growth was retarded compared to shoot growth.

### Taxonomy

The genus *Telfairia*, named after the famous Irish naturalist, botanist and plant collector Charles Telfair, is a nutritionally-important but scientifically little known member of the family Cucurbitaceae and order Telfairieae (The Compleat Botanica 2004). The two main species in the genus are *T. occidentalis* Hook. f. and *T. pedata* (Smith ex Sim) Hook. Other synonyms of *T. pedata* are *Fevillea pedata* Sims, *Joliffia africana* Del. and *T. africana* (Del.) A. Chev. (World Agroforestry Centre 2004). In literature from Africa *T. occidentalis* is commonly referred to as fluted pumpkin and *T. pedata* as oyster nut. But there is confusion over the names of the two species in literature from outside Africa. Common names that have been used for *T. occidentalis* are oyster nut tree and fluted gourd (Ng 1993) and queen's nut, Zanzibar oil vine, fluted pumpkin for *T. pedata* (World Agroforestry Centre 2004; Ng 1993). Both species were referred to as oyster nut in the Compleat Botanica (2004) and by Martin (1984) and as *Telfairia* nut by Fletcher (1997). According to Schippers (2000), *T. batesii* (Authority unknown) is a third member of the genus that was formerly found as a wild plant in Cameroon and Equatorial Guinea but is almost extinct now. This species was also listed as *T. batesii* Keraudren on the website for the plant family Cucurbitaceae and home of the Cucurbit Network (<http://www.cucurbit.org/family.html>) but unlike the two other species, there was no information on it.

### General biology

*T. occidentalis* and *T. pedata* are dioecious ( $2n = 22$ ) with male and female flowers borne on different plants. Though very rare, monoecious plants can also be found in xxxxx (Akoroda et al. 1990). Both species are fast growers and climbers that use trees as support, trailing the trunks up to a height of over 30 m. Under cultivation, the plants are usually supported with stakes to form a wide platform for the rapidly growing and branching slender stems. The species branch profusely and extensively under sufficient water supply but can also adapt

well to water stress by reducing leaf size and branching. *T. pedata* is hardy and deep-rooting. It is used as an ornamental because of its beautiful foliage. The vine is part of a rich agroforestry system in the coffee-growing regions of East Africa (World Agroforestry Centre 2004).

Seeds of *T. occidentalis* are sensitive to desiccation and germination. These properties are enhanced when seeds are first 'cured' by extracting them from the fruit and spreading them out in a cool place for 1-5 days. Slower and poor germination characterized seeds that were not cured before planting. Majority of seeds produced multiple, up to four, shoots with two dominant ones that could be sectioned and transplanted (Esiaba 1982). There are wide variations in sex ratio but there tends to be more males than female plants (Akoroda 1990a; Akoroda et al. 1990; Emebiri and Nwifo 1996). Male plants start flowering earlier (mean of 129 days compared with 150 days after planting for female plants) and over a longer period (59 days versus 17 days for female plants) (Akoroda and Adejoro 1990). There are more than 800 open male flowers to a single opened female flower and male flowers open in the evening till the next morning while female flowers open in the morning till late evening. About 10-15% of a given female population do not flower in the first year of planting and abortion of fruits is high. Plants may set up to six fruits but usually one large and one or two medium sized fruits are eventually carried to maturity. To date, all attempts at finding markers for accurate sexual identification of seeds or seedlings early during growth have not succeeded (Asiegbu 1985; Emebiri and Nwifo 1996).

### **Use and importance of the species**

Seeds of fluted pumpkin and oyster nut are of great importance to the nutrition and health of the majority of people in West and East Africa where they are eaten raw, boiled or roasted, because of the seed's high content of protein (>25%) and extractable oil (55-60%). The long-lasting, non-drying oil from seeds of the two species is of high value for domestic and industrial purposes. The seeds are also in high demand for consumption by nursing mothers because of their lactation-promoting properties. Owing to the high concentration of essential fatty acids, polyunsaturated fatty acids and iodine, oyster nut oil is also used as a breast massage to aid milk flow and for hair treatment to enhance lustre and growth (Bird 2003). The oil also promotes a soft and supple skin (Kürbis, Kiwano & Co. 2003). It is a common practice for pregnant women to have a large store of oyster nut seeds prior to delivery because it is part of the traditional food of breastfeeding mothers and weaned infants in parts of East Africa (World Agroforestry Centre 2004). The cotyledons are also suitable for use in baked confectionery, chocolate products, mixed-fruits snacks and other snack articles in Europe and North America (Kürbis, Kiwano & Co. 2003; <http://www.usitawi.org/en/projects/proj15.html>). Fermented flour of *Telfairia* cotyledons can be processed into seasonings, marmalade, high-protein infant weaning food mixtures and different local products in West Africa (Giami and Bekrbain 1992; Egbekun et al. 1998). Chewing young shoots of *T. pedata* can cause abortion in the early stages of pregnancy (Pers. Com. H.P. Msanga), but young, succulent leaves and shoots of fluted pumpkin are relished as special delicacies when cooked, alone, or in mixtures with other vegetables and cucurbits seeds, and eaten with different starch doughs. Concoction of fresh leaves is a recommended high-value health tonic for impotent men and a cheap and fast remedy for acute anaemia. Seed residue after oil extraction is used as animal feeds. Roots have high concentrations of alkaloids; therefore, extracts are poisonous to humans and animals and are used to kill rats and mice (Longe et al. 1983; Akoroda 1986, 1990a, b; Ihesie 2000; Schippers 2000).

Smallholder farmers in East Africa plant the oyster nut on forest verges and earn extra income from the sale of the seeds. To safeguard this contribution to their livelihood, they protect the trees and forests and also cultivate saplings. The economic benefit also brings ecological advantages, which would be difficult to achieve in any other way. In Tanzania, the structure exists for the collection and post-collection processing and shipping of seeds. To open up further potential markets for the smallholders, the International Service Club for sustainable development, a forum for far-sighted, responsible leaders in business, science, politics, administration, and culture, is organizing contacts with processors in Europe (<http://>



www.usitawi.org/en/projects/proj15.html). Thus, in addition to their importance and contribution for food security in sub-Saharan Africa (SSA), production of *Telfairia* spp. is an important economic activity and the means of livelihood of many rural communities.

### **Some socio-economic considerations**

*T. occidentalis* is principally cultivated for its leaves, tender vines and seeds while the oil-rich seeds of *T. pedata* are the parts that are usually utilized and for which the species is cultivated. In the culture of the Igbos of Southeast Nigeria where *T. occidentalis* is believed to have originated, the plant is regarded as a woman's plant and women cannot cut *Telfairia* plants belonging to another, meaning that each woman must plant her own *Telfairia* (Akoroda 1990; Howard 2003). It is an abomination for a woman to steal or 'kill' a *T. occidentalis* plant and pardon for such offences often involved a lot of sacrifice.

### **Conservation**

**Distribution:** Both *T. occidentalis* and *T. pedata* are localised to Africa (Robinson and Decker-Walters 1997). *T. occidentalis* is indigenous to Nigeria and is grown in tropical wet coastal areas of West Africa, principally in Benin, Cameroon, Ghana, Nigeria and Sierra Leone. However, it is also grown as a summer vegetable as far north as Florida (<http://www.cucurbit.org/family.html>). It was also discovered in Budongo Forest Reserve in western Uganda first in 1907 and again in 2000 (Pers. com. J. Obua). *T. pedata* is known to occur in the dry tropical zones along the coast of East Africa. It is grown in Zimbabwe (Hyde 2003), Kenya, Malawi, Tanzania, Uganda, (World Agroforestry Centre 2004).

**Ecology:** Ecologically, *T. occidentalis* and *T. pedata* are aggressive climbers that thrive in humid tropical forests under shade better than under direct sunlight. The cultivation of the species, however, has been extended to savannah ecologies (Obiagwu and Odiaka 1995) to which they have adapted well. *T. pedata* is drought tolerant, can grow at elevations up to 2,000 m (World Agroforestry Centre 2004). The heavy weight of their fruits, averagely 15 kg, cannot be supported by their vines hence they grow and trail trunks of trees that provide support for their heavy fruits. They have perennial roots and thrive well in well-drained moderately loamy soil.

**Threats:** There are many problems associated with and peculiar to *Telfairia* species that can be regarded as threats to the conservation and utilization of these species. These included localised and narrow natural diversity or genetic base and are exacerbated by the systemic neglect of the species in scientific research. Seeds of *T. occidentalis* are recalcitrant, their germination capacity declines when seed moisture is less than 40% and is completely lost below 30%. There is no known method of handling both seeds and fruits in a way that will keep seeds alive and retain vigour during the off-season period when seeds must be stored. The common practice is to keep seeds inside the fruits but they (seeds) often begin to germinate before the onset of the rainy season. Consequently, farmers sell their fruits for human consumption, creating acute seed scarcity in subsequent planting seasons. Inability to distinguish sex and the preponderance of males in natural populations discourage cultivation of the species. Farmers prefer to raise female plants because it produces more leaves and shoots for commercial purposes than male plants. Sex of each seed or of seedlings, however, cannot be determined precisely before flowering (about 4-5 months after planting). Coupled with this problem is the lack of an alternative propagation method, for example, asexual propagation using vine cuttings. To date, attempts to induce rooting of vine cuttings have failed. Recently, the seed-transmitted *Telfairia* mosaic virus has been spreading rapidly in most production zones causing flower abortion, seedlessness and, therefore, threatening the little remaining genetic diversity (Atiri and Varma 1983).

**Ex situ conservation:** Seed storage, field genebanks, botanical gardens, *in vitro*, pollen and DNA storage are some methods used to conserve plant genetic resources *ex situ* (Rao 2001). Compared to their high utility value, deliberate attempts on *ex situ* conservation of *Telfairia* spp. has been little because they are often cultivated in home gardens and their all-year round availability did not signal early enough the systematic genetic erosion that has occurred over time. Additionally and more important is the viviparous and desiccation-sensitive behaviour



of *T. occidentalis* seeds. Seeds attain maximum physiological quality in terms of germination, vigour and storage reserve accumulation nine weeks after pod set and thereafter vivipary sets in (Adetunji 1997). Within and outside the fruits, seeds are unable to tolerate loss of water to a sufficiently low level that will permit air-dry storage without accompanying total loss of viability. Farmers' strategy of circumventing the desiccation-sensitivity of seeds is to leave them within fruits and leave fruits on the plants or in a cool place during off season till the time for another planting. The longer the fruits stay, the higher the number of germinated seeds and the degree of rot by the time fruits are broken and the seeds exposed. There is no known protocol for wet seed storage. There has been attempt to collect and establish field genebank for *T. occidentalis* at the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB) at Ibadan (Sarumi 2001) but very little has been achieved on this. However, the surging research interests in these multi-purpose plants have necessitated the establishment of some collection at a few places like the universities of Ibadan and Port Harcourt in Nigeria. Attempts on micropropagation using axillary buds has also been unsuccessful (Balogun et al. 2002)

***In situ conservation:*** There are unsubstantiated claims of significant eco- and morpho-diversity in both *Telfairia* species, but a well-articulated and consistent scientific research on genetic diversity, intra- and interspecific morphological and molecular variations that could have provided a sound basis for *in situ* conservation is absent. In addition, the cultivation of *T. occidentalis* in home gardens and the claim of its rare existence in the wild (Okoli and Mgbeogu 1983; Akoroda 1990b) precluded any impacting *in situ* conservation of the species. The significance of home garden for *in situ* conservation was limited by the fact that it was neither wide spread nor ecology-based but associated more with the movement of the Ibos of Southeast Nigeria.

### **Future research and strategies for long-term conservation**

***Collection and evaluation of eco- and morpho-types:*** Genetic diversity is important to long-term conservation of biological organisms (Towill 2002). Many of the earlier investigators reported the existence of morphotypes of both *T. occidentalis* and *T. pedata* but there is no known record or attempt at collecting and characterizing the genetic diversity in both species. This is important in view of a selective preference of farmers for certain morphotypes against others. The black / dark purple seed-coloured *T. occidentalis* fruits are preferred to the light-brown seed-coloured fruits in Nigeria because the latter are smaller in size which could translate to lower number of seeds. But the light-brown seeded fruits contained up to two times more seeds, densely packed and almost without the spongy surrounding maternal tissue, than the purple seeded fruits (Ajayi unpublished data). The light-brown seeds have tough seed coats and are generally less susceptible to microbial infection in storage compared with black seeds (Ajayi 2004). There is, therefore, an urgent need to develop protocols for *ex situ* and *in situ* conservation of morphotypes selected against. On-going attempts include cryopreservation of shoot tips and storage of pollen.

The only two references on seed germination of *T. pedata* (Mnzava and Bori 1985; Okoli 1988) reported different modes of seed germination and this also needs to be clarified for botanical classification purposes.

***Sexual identification:*** Differentiation of sexes early during plant growth is one of the most limiting constraints to long-term conservation and utilization of *Telfairia* spp. There is a growing awareness of the potential of the species as industrial and export plants (Kürbis, Kiwano & Co. 2003). However, the desire to cultivate the more economical and productive female plants on a commercial scale cannot be realized until it is possible to differentiate between male and female plants either in nurseries or early during establishment. The preponderance of male to female plants in natural populations makes this problem a top priority in the strategies for long-term conservation. Sexual differentiation of seeds is practically impossible in many dioecious species. Cucurbits are among the few dioecious plants with heteromorphic sex chromosomes and ideas from sex inheritance in animal systems can be extended to plant systems because sex inheritance and sex chromosomes in plants and animals are quite similar (Charlesworth 2002). With molecular

biology tools and the suggestion of a chromosomal basis of sex determination in *Telfairia* spp. (Okoli 1987), identification of sex-linked morphological markers could be useful in finding a practical solution to this constraint. Exposing young plants to varying lengths of light and dark condition has proved to be useful for sexual differentiation of young marijuana plants (Growkind 2004).

**Vegetative propagation:** The synergistic effect of the twin problem of sexual differentiation and the high utility of seeds for other purposes necessitate the need for developing protocols for vegetative propagation of *Telfairia* spp. Promising results (see chapter on Progress on conservation by Ajayi et al., this volume) obtained on *T. occidentalis* suggest the possibility of raising plants from vine cuttings. The protocols are being refined to make the technique practicable for subsistence farmers.

**Intra- and inter-specific hybridization:** The natural diversity of *Telfairia* spp. is narrow and localised and intra-specific hybridization of eco- and morpho-types is a means of broadening the genetic diversity. *T. occidentalis* was largely cultivated in backyard gardens and, until recently, ethnic groups in Nigeria, except the Ibo regarded it as a forbidden plant (Akoroda 1990b). Okoli (1987, 1988) proposed the hybridization of the two species as a way of reducing the high cost of dehusking the thick-husked but more oil-yielding *T. pedata* noting that the distinct vegetative and floral differences will facilitate easy identification of expected recombination of parental characteristics in inter-specific hybrids. There is, however, no known attempt on hybridization of these species or of a desiccation-sensitive and a desiccation-tolerant species that the two *Telfairia* species typify. The close morpho and cytogenetically related *T. occidentalis* and *T. pedata* provides the possibility to attempt this. First and advanced generation hybrids as well as backcross progenies of such hybridization offer a unique opportunity to influence storage behaviour of the desiccation-sensitive seeds of *T. occidentalis* in particular. Generally, however, it will also provide deep insight into the genetic basis of desiccation-sensitivity, an attribute shared by many tropical tree species and which poses a major problem for sexual propagation and for *ex situ* conservation.

**Ethnobotany:** There is evidence that the uses of *Telfairia* are different across cultures and ethnic groupings. Leaves of *T. occidentalis* are utilized more than the seeds outside Southeast Nigeria and differential pattern of usage of parts of *T. pedata* is also evident from personal communication with scientists from different countries in East Africa (H.P. Msanaga from Tanzania, J. Obua from Uganda). Similarly, seeds of the two species are the parts that are more utilized outside Africa (Kürbis, Kiwano & Co. 2003). Documentation of this information will be useful for the conservation of the species.

**Identification and selection of resistance to TeMV:** Despite the early warning signals on the potential devastation that *Telfairia* mosaic virus could cause and the initial efforts at understanding and containing the problem, the disease is still a major problem today having spread across West Africa where it is decimating production (Schippers 2000). The disease causes flower abortion, seedlessness and, therefore, threatens the remaining genetic diversity. As part of long-term strategies to conserve these species, there is need to study sources, mechanism and genetics of resistance and the development of resistant lines through hybridization and artificial inoculation.

**Identification and selection of desirable productivity and quality traits:** The high utility and food value of the leaves and seeds often lead to seed scarcity for farmers and this is worse for *T. occidentalis* because the seeds are sensitive to desiccation. By leaving seeds in the fruit until environmental conditions are suitable for planting, they germinate and rot thereby rendering them useless for consumption and planting. The increasing relevance of *Telfairia* seeds and oils as industrial raw materials is creating international trade opportunities for countries where they are grown. Concomitant with this is an urgent need to screen available germplasm and develop varieties with a higher proportion of female to male plants that can produce more seeds or fruits and more fruits or plants. With changes in atmospheric conditions towards warming and the extension of the cultivation of *T. occidentalis* to savannah ecologies (Obiagwu and Odiaka 1995), the development of cultivars tolerant to water stress and having stronger, more vigorous shoots is also a desirable long-term conservation goal.

**Characterization of natural products:** The diverse uses of the different parts of these species strongly suggest that there is a great potential to isolate chemical compounds of significant pharmaceutical importance from *Telfairia* species. However, this process requires, first, the isolation and characterization of the chemical compounds that confer such a high medicinal value on *Telfairia* species. As Akwaowo et al. (2000) reported, there are as many beneficial as there are harmful chemical substances in different parts of the plant.

**Networking and collaborative research:** The above researchable constraints are beyond the scope and competence of a researcher or research group. Acceleration of the conservation of these multi-purpose plants requires holistic approach to the myriads of research challenges identified above. Conservation of *Telfairia* spp. for food security in SSA requires networking and collaborative efforts of researchers- pure, applied and social scientists, mutually working together to achieve long-term conservation and continued utilization of the species.

## References

- Adetunji IA. 1997. Effect of time interval between pod set and harvesting on maturity and seed quality of fluted pumpkin. *Exp. Agric.* 33:449-457.
- Ajayi SA. 2004. Sexual identification, seed handling and cryostorage of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. f.) germplasm. VFF Progress Technical Report submitted to the International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 14 pp.
- Akoroda MO. 1986. Seed desiccation and recalcitrance in *Telfairia occidentalis*. *Seed Sci. Technol.* 14:327-332.
- Akoroda MO. 1990a. Seed production and breeding potential of the fluted pumpkin, *Telfairia occidentalis*. *Euphytica* 49(1): 25-32.
- Akoroda MO. 1990b. Ethnobotany of *Telfairia occidentalis* (Cucurbitaceae) among Igbos of Nigeria. *Econ. Bot.* 44:29-39.
- Akoroda MO, Adejoro MA. 1990. Patterns of vegetative and sexual development of *Telfairia occidentalis* Hook. f. *Trop. Agric. (Trinidad)* 67(3): 243-247.
- Akoroda MO, Ogbechie-Odiaka NI, Adebyo MI, Ugwo OE, Fuwa B. 1990. Flowering, pollination and fruiting in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). *Scientia Horticulturae* 43(3-4): 197-206.
- Akwaowo EU, Ndon Bassey BA, Etuk EE. 2000. Minerals and antinutrients in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook f.). *Food Chem.* 70 (2): 235-240.
- Asiegbu JE. 1985. Characterization of sexes in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*): Growth and yield in the male and female sexes. *Gartenbauwissenschaft* 50: 251-256.
- Atiri GI, Varma A. 1983. Development of improved lines of *Telfairia occidentalis* Hook. f. resistant to mosaic virus. *Trop. Agric. (Trinidad)* 60: 95-96.
- Balogun MO, Ajibade SR, Ogunbodede BA. 2002. Micropropagation of fluted pumpkin by enhanced axillary shoot formation. *Nigerian Journal of Horticultural Science* 6: 85-88.
- Bird SR. 2003. African Oils: Health and Beauty from the Motherland [Online] Available <http://islamoline.net/English/Science/2003/10/article10.shtml> [Retrieved: 12 January 2004].
- Charlesworth D. 2002. Plant sex determination and sex chromosomes. *Heredity* 88: 94-101.
- Egbekun MK, Nda-Suleiman EO and Akinyeye O. 1998. Utilization of fluted pumpkin fruit (*Telfairia occidentalis*) in marmalade manufacturing. *Plant Foods Hum. Nutr.* 52 (2):171-176 1998
- Emebiri LC, Nwufo MI. 1996. Occurrence and detection of early sex-related differences in *Telfairia occidentalis*. *Sex. Plant Reprod.* 9:140-144.
- Esiaba RO. 1982. Cultivating the fluted pumpkin in Nigeria. *World Crops* 34:70-72.
- Fletcher R. 1997. Listing of Useful Plants of the World 2<sup>nd</sup> ed University of Queensland, Australia 553 pp
- Giami SY, Bekebain DA. 1992. Proximate composition and functional properties of raw and processed full-fat fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) seed flour. *J. Sci. Food Agric.* 59: 321-325.
- Growkind. 2004. Sexing Marijuana Plants (telling male from female) [Online] Available <http://www.growkind.com/sexing.html> [Retrieved: 15 January 2004].
- Howard P. 2003. The major importance of 'minor' resources: Woemn and plant biodiversity. *Gatekeeper Series*: 112, IIED, London 22 pp.
- Hyde MA. 2003. *Flora of Zimbabwe: Introduction to the checklist*. Retrieved [7 Feb 2004], from <http://www.zimbabweflora.co.zw/checklist.html>. Version 1.0.
- Ihesie G. 2000. Fluted pumpkin - A green vegetable that nourishes, protects and heals. *Vanguard Newspaper (Nigeria)* July 1 2000.

- Kürbis Kiwano & Co. 2003. Kürbisse als Ölquelle (Taler in Afrika und Kernkraft in Psterrech) [Gourds as sources of oil] [Online] Available at p.6 <http://www.wiz.uni-kassel.de/ink/gwh/pub/Tafeln2.pdf> [Retrieved 29 January 2004].
- Longe GO, Farinu GO, Fetuga BL. 1983. Nutritional value of the fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). J. Agric. Food Chemistry 31: 989 - 992.
- Mnzava NA, Bori OH. 1985 Seed germination and early seedling growth studies in the oyster-nut. Acta Hort. 158:227-238.
- Martin FW. 1984. Cucurbit seed as possible oil and protein sources Echo Technical Note <http://www.echonet.org/tropicalag/technotes/Cucurbit.pdf>.
- Ng TJ. 1993. New opportunities in the Cucurbitaceae. p. 538-546. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.
- Obiagwu CJ, Odiaka N I. 1995. Fertilizer schedule for yield of fresh fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) grown in lower Benue river basin of Nigeria. Indian J. Agric. Sci. 65: 98-101.
- Okoli BE. 1987. Morphological and cytological studies in *Telfairia* HOOKER (Cucurbitaceae). Feddes Repertorium 98 (9-10): 505-508.
- Okoli BE. 1988. Studies in fruit and seed morphology and anatomy in relation to the taxonomy of *Telfairia* HOOKER (Cucurbitaceae). Fed. Repert. 99: 133-137.
- Okoli BE, Mgbeogu CM. 1983. Fluted pumpkin, *Telfairia occidentalis*: West African vegetable crop. Econ. Bot. 37: 145-149.
- Rao VR. 2001 Principles and concepts in plant genetic resources conservation and use. pp. 1-16 in MS Saas and VR Rao, eds. Establishment and management of field genebank, a Training Manual. IPGRI-APO, Sendang.
- Robinson RW, Decker-Walters DS. 1997. Cucurbits Crop production Science in horticulture 6, CAB International, Oxon.
- Sarumi MB. 2001. National Centre for Genetic Resources and Biotechnology. Annual Report. Federal Ministry of Science and Technology, Abuja, Nigeria.
- Schippers RR. 2000. African indigenous vegetables. An overview of cultivated species. NRI/CTA, Chatham, UK.
- The Compleat Botanica (<http://www.crescentbloom.com/Plants/Genus/T/E/Telfairia.htm>)
- Towill LE. 2002. Cryopreservation of plant germplasm pp. 3-21 in Ed L.E. Towill and YPS Bajaj Cryopreservation of plant germplasm II, Biotechnology in forestry and agriculture, 50 pp.
- World Agroforestry Centre. 2004. *Telfairia pedata*. Agroforestry database.<http://www.worldagroforestrycentre.org/Sites/TreeDBS/Aft/AFT.htm> [Retrieved: 15 Jan 2004].The Compleat Botanica (<http://www.crescentbloom.com/Plants/Genus/T/E/Telfairia.htm>)
- Towill, L.E. 2002. Cryopreservation of plant germplasm pp. 3-21 in Ed L.E. Towill and YPS Bajaj Cryopreservation of plant germplasm II, Biotechnology in forestry and agriculture, 50 pp.
- World Agroforestry Centre. 2004. *Telfairia pedata*. Agroforestry database.<http://www.worldagroforestrycentre.org/Sites/TreeDBS/Aft/AFT.htm> [Retrieved: 15 Jan 2004].



## Use of core and mini core collections in preservation and utilization of genetic resources in crop improvement

H.D. Upadhyaya, C.L.L. Gowda, R.P.S. Pundir, B.R. Ntare

*International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Andhra Pradesh, India*

### Abstract

Plant genetic resources are the most valuable and essential basic raw material to meet the current and future needs of crop improvement programmes and the demands of increasing populations. The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT, established in 1972) responded to this need by establishing a Genetic Resources Unit (GRU) for assembling, characterizing, evaluating, maintaining, conserving, documenting and distributing germplasm of the mandate crops (sorghum, pearl millet, chickpea, pigeonpea and groundnut) and their wild relatives, and six small millets (finger millet, foxtail millet, barnyard millet, kodo millet, little millet and proso millet). The efforts have yielded the assembly of 113 849 germplasm accessions in the ICRISAT genebank and over 5.5 million accessions globally. Unfortunately, only a small proportion of this large collection has been used in improving crops. Developing core collection (about 10% of the entire collection) has been suggested as a method of enhancing the use of the germplasm. However, even this number could be large and unmanageable if the entire accession is several thousands. A methodology to reduce the size further and select a mini-core that is about 1% of the entire collection, yet represents full diversity of the species has been developed. Core collections of sorghum, pearl millet, chickpea, pigeonpea, groundnut, and finger millet and mini-core collection of groundnut and chickpea have also been developed. The core and mini-core collections of chickpea and groundnut have been evaluated and diverse sources for early maturity, traits related to drought tolerance and large seed size in kabuli chickpea, and early maturity, tolerance to low temperature, and traits related to drought tolerance in groundnut have been identified. Their use in breeding will broaden the genetic base of the cultivars.

### Introduction

Plant genetic resources are the most valuable, essential, and basic raw materials for crop improvement programmes to meet the demands of increasing populations. Vavilov (1926) was the first geneticist to realize the essential need for a broader genetic base for crop improvement. He and his colleagues collected germplasm of crops and their wild relatives globally. In the wake of new agricultural development in the early 1970s, the loss of traditional cultivars and landraces seemed to be the most urgent problem, and massive germplasm collecting efforts were made to address it. A network of international centres was executed from early 1980s to enhance the collection, conservation, evaluation, and documentation of the crop genetic resources (Plucknett et al. 1987). ICRISAT responded to this need by establishing a GRU for assembling, characterizing, evaluating, maintaining, conserving, documenting and distributing germplasm of the mandate crops (sorghum, pearl millet, chickpea, pigeonpea and groundnut) and their wild relatives, and six small millets (finger millet, foxtail millet, barnyard millet, kodo millet, little millet and proso millet).

A recent survey conducted revealed that over 5.55 million plant germplasm accessions have been assembled and conserved in 1308 genebanks, globally (FAO 1996). The database indicates that 48% of all accessions in the genebank are cereals, 16% legumes, 10% forages, 8% vegetables and the remaining include fruits, roots and tubers, fibre crops, oil crops and others. Currently this enormous volume of germplasm resources cannot be used effectively to conduct research and also requires funds for managing the genebank. As Frankel and Brown (1984) indicated, germplasm could be used, for a wider range of characters, if a smaller number of well characterized accessions were to be given priority for use in crop improvement research. To pursue the same idea, Frankel (1984) proposed manageable sampling of the collection or 'core



collection'. A core collection contains a subset of accessions from the entire collection that captures most of available diversity of species (Brown 1989a). The core subset thus formed can be evaluated extensively and the information derived could be used to guide more efficient utilization of the entire collection (Brown 1989b). The reduced collection size will also help in reducing expenses required to manage the genebank. The paper enumerates efforts to enhance utilization of germplasm resources in research and how core and mini-core collections have been of greater use.

### **Assembly of the germplasm**

Soon after ICRISAT was established in 1972, efforts were made to assemble and collect the germplasm. The Rockefeller Foundation, working with the Indian Agricultural programme during 1960s, assembled over 16 000 sorghum germplasm accessions from major sorghum areas, and ICRISAT acquired 11 961 accessions of this collection in 1974 that existed in India and USA. Initially, ICRISAT had also acquired over 2000 pearl millet germplasm accessions assembled by the Rockefeller Foundation in India, and another 2000 accessions collected by the Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Development et la Cooperation (ORSTOM) in Francophone West Africa.

The chickpea and pigeonpea germplasm initially acquired by ICRISAT consisted of the material originally collected and assembled by the former Regional Pulse Improvement Project (RPIP), a joint project of the Indian Agricultural Research Institute (IARI), the United States Department of Agriculture (USDA), and Karaj Agricultural University in Iran. Sets of this germplasm placed in several agricultural research institutes in India and Iran, and at the USDA were donated to ICRISAT in 1973. ICRISAT also acquired over 1200 chickpea accessions from the Arid Lands Agricultural Development Program (ALAD-Lebanon) Similarly, much of the groundnut germplasm was received from the Indian Groundnut Research Program, now the National Research Center for Groundnut (NRCC-Junagadh), and USDA (Raleigh, USA).

ICRISAT also assumed the responsibility of adding new germplasm of the five mandate crops. Special efforts were made to collect or assemble landraces and wild relatives from areas threatened by genetic erosion. Between 1974 and 1997, ICRISAT launched 212 collection missions in areas of diversity in 61 countries and collected 8957 sorghum, 10 802 pearl millet, 4228 chickpea, 3870 pigeonpea, and 2666 groundnut accessions. Apart from ICRISAT's own collection efforts and the major donations cited above, national programmes of other countries, namely, Ethiopia, Sudan, and India contributed to enrich the germplasm collections at ICRISAT.

The existing collections possess over 80% of the available diversity, yet there is continuing need to rescue the endangered germplasm of mandate crops globally. In recent years, a collection mission was organized and 19 samples of foxtail millet; 15 samples of proso millet, and four samples of pigeonpea in North Vietnam were secured. About 80 samples of pigeonpea with remarkable range of seed colour variability was collected from Bangladesh. The Malian national programme, Institut d'Economie Rural Rurale (IER), was interested in collecting groundnut germplasm in the Mopti region of northern Mali. This region is just below the Sahara Desert and is threatened by desertification. To meet this requirement, a mission that collected 23 germplasm samples from the fields or threshing floors was organized. A similar mission for pigeonpea was launched in Tanzania (2001) and 123 samples were collected. In 2002, 38 pigeonpea germplasm samples from Uganda and 48 samples from Kenya were collected. ICRISAT and Tchad Agricultural Research Institute (ITRAD) signed a memorandum of understanding to collect pearl millet, sorghum, and groundnut germplasm in Tchad. The execution of the work resulted in securing 163 germplasm samples (sorghum: 131, millet: 17, and groundnut: 15). Following the Germplasm Acquisition Agreements, ICRISAT has acquired 48 samples of sorghum, 5 of pearl millet, and one of groundnut collected in 1998-99 in Mauritania. The national programme and ICRISAT conducted these missions jointly and also shared the samples.

## ***Germplasm conservation and distribution***

### **Conservation**

Germplasm conservation requires cleaning the seed materials, drying to minimal seed moisture content, storing in cool and dry conditions, and monitoring seed health during storage. In the ICRISAT genebank, the seeds of entire collection are stored in medium-term storage (MTS – 50C; 20% RH) in aluminium cans. Recent seed health monitoring on seeds conserved from 10-25 years (MTS) indicated >75% seed viability for majority of the accessions. Accessions with declining seed viability (<75% seed germination) are regenerated on priority and the old seeds are replenished with fresh stock. Additionally, germplasm seeds are conserved in long-term storage (LTS; -200C) after packing in the vacuumed aluminium foil pouches. Before packing, the seeds are dried to about 5% moisture content with the help of walk-in-drying room (100 m<sup>2</sup> size; 150C and 15%RH) facility. Conservation of the FAO-designated germplasm in LTS facility to about 70% of the entire collection has been achieved.

### **Germplasm distribution**

The ICRISAT Genebank supplies healthy, viable, and genetically pure seeds to research workers. From the beginning of the research (1973) to 1996, about 593 388 seed samples were supplied to users in 134 countries. During the recent years (1997 to 2003), about 70,826 samples have been distributed. Additionally, 69 363 seed samples were distributed within ICRISAT for research and screening against various stresses.

Safety back-up: ICRISAT's agreement with FAO places the germplasm collections under the auspices of FAO, and requires safety duplication preferably at –18°C in countries outside India. There is a memorandum of understanding with the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) for safety duplication of chickpea germplasm and 2000 accessions have been deposited with the institution. Various options for a cost-effective, secure and long-term strategy for other crops are being explored under the World Bank-funded genebank upgrading project.

### ***Insight of the germplasm supplied to users***

One of the main areas of research is to assess the patterns of demand for germplasm accessions to guide future strategies for germplasm regeneration and management. The germplasm distribution data of sorghum, pearl millet, chickpea, and groundnut till 1998 were analyzed, and the following patterns of germplasm demand emerged.

#### **Sorghum**

Of the 36 727 germplasm accessions held in the genebank, 30 570 (83.2%) accessions were distributed at least once. Of this number, about 83% were landraces, 16% breeding material and 1% wild sorghums. Twelve accessions, including three zera-zera accessions were dispatched more than 99 times.

#### **Pearl millet**

Of the 21 392 accessions, 15 366 (71.8%) accessions were distributed at least once during 1973 - 1998. The diversity in the distributed material was almost the same as in the entire collection. A total of 1769 accessions were distributed more than 10 times. IP 4021, an earliest flowering accession from Gujarat, India was distributed 94 times.

#### **Chickpea**

A total of 112 818 samples of 16 311 chickpea accessions were supplied to scientists in 81 countries. A maximum of 302 requests were received for ICC 4973 (L 550), a kabuli cultivar from India. Shannon-Weaver diversity index ( $H'$ ) of the accessions distributed was similar to the accessions contained in the global collection, indicating that the diversity available in the entire collection has been distributed.

### **Groundnut**

All assembled accessions except 794 (5.3% of the entire collection), have been distributed. Countries in Africa have received the maximum number of accessions (92.3%) followed by Asia (76.6%), Europe (5.6%), Americas (5.3%), and Oceania (2.2%). A maximum of 292 requests were received for the ICG 799 (Kadiri 3), a hypogaea cultivar from India.

### **Pigeonpea**

The summary of germplasm distributed from 1974 to 2003 revealed that 65 749 germplasm seed samples were supplied to users. This number was out of 10 648 unique accessions indicating that only 78.1% of the accessions held in the genebank have been distributed. Scientists from India were the major recipients of the seeds (68.7% of the total). The pigeonpea accessions requested most frequently were: ICP 7035 (DSLRL-55), a germplasm collection from Madhya Pradesh (distributed 305 times), ICP 26 (T 21, distributed 267 times), and ICP 7182 (BDN 1, distributed 253 times).

### ***Low utilization of germplasm resources***

The overall summary of germplasm utilization from the ICRISAT genebank, across the crops, over 10 years (1994-2003) indicated that, annually, 302 seed requests (114 inside ICRISAT and 188 outside ICRISAT) were met by supplying 21 431 (9 534 inside ICRISAT and 11 897 outside ICRISAT) seed samples. These figures are lower than that of Marshall (1989) who opined that the germplasm collection use could be considered adequate when the total number of germplasm samples distributed each year is >20% of the total collections or the number of independent requests a year is more than five a year per 1000 accessions.

Information on use of germplasm in ICRISAT's crop improvement programmes is also scanty. The summary of parental lines used in the ICRISAT chickpea improvement programme, for example, (1978-2001) revealed that 12 184 parents were used in making crosses that included only 83 unique germplasm accessions of chickpea and five of wild *Cicer* species. The two most frequently used cultivars were L 550 (847 times) and K 850 (808 times). Similarly, the summary of parental lines used in the ICRISAT groundnut improvement programme (1986-2002) revealed that 23 547 parents were used in making crosses, but this included only 132 unique germplasm accessions of groundnut and 10 of wild *Arachis* species. The two most often used cultivars were Robut 33-1 (3096 times) and Chico (1180 times). In China, the data on utilization of basic germplasm in groundnut breeding was summarized, revealing that only a few lines were used (Jiang and Duan 1998). In the USA, 41 peanut cultivars of Runner, Spanish, and Virginia market types were studied to determine contributions from the ancestral lines and coefficients. Among the Runner market type peanuts, Dixie Giant was a source in all the pedigrees of Runner market type, and the Small White Spanish-1 also appeared in 90% pedigrees. The two lines contributed nearly 50% of the germplasm of Runner cultivars (Knauff and Corbet 1989).

### ***Limitations of large collection***

Owing to the large number, accessions could not be characterized effectively and the documentation was not achieved up to desired levels. This resulted in under utilization of germplasm resources as already quantified in the previous section. It is also costly to manage accessions in the genebank. An accession of self-pollinating species (chickpea), for example, costs US\$ 145.42 whereas cross-pollinating (pigeonpea) costs US\$ 214.88 for conservation in perpetuity (IPGRI 2002). This cost is enormous when the ICRISAT genebank is holding 113 849 accessions of the different crops. Financial support for genebanks is not increasing proportionately with the increase in volume of work; rather, it is scanty and uncertain. It is a necessity, therefore, to derive maximum benefits from the germplasm resources and make germplasm management and use in the genebanks cost-effective. This can be achieved by efficient characterization of germplasm, developing core and mini core subsets and improving the documentation to enhance access to germplasm data.

## **Means to enhance use of germplasm**

### **Germplasm characterization and evaluation**

Agronomic and botanical characterization is necessary to facilitate the use of germplasm. Evaluation of germplasm accessions for traits of agronomic importance enhances its utility for greater use by the research workers. To achieve the same, germplasm accessions of all the crops were sown in batches over the years and characterized for morphological and agronomic traits. Germplasm screening against stresses were conducted in collaboration with various disciplinary scientists. Grains were tested for nutritional value, such as starch, protein, oil content, cooking time, and so forth. Germplasm sets were evaluated over locations jointly with national agricultural research systems (NARS) in India, Nepal, Thailand, Indonesia, Ethiopia, Kenya, West Africa, and more intensively with the NBPGR (India). Following is the progress in brief on crop germplasm characterization at ICRISAT:

#### ***Sorghum***

Germplasm characterization work started in 1973 by sowing the germplasm accessions in batches over the years. During 1997, the status of characterization work was reviewed and the gaps were identified. To fill these gaps, a set of 781 new germplasm accessions was sown for characterization. In addition, data were recorded on 2000 accessions for grain characteristics. About 498 germplasm accessions received earlier from South Africa and 348 accessions of converted zera-zera sorghums were characterized and classified. Protein content of 364 accessions analyzed during 2002 ranged between 8.3 to 17.7%. Out of 122 accessions of wild relatives of sorghum screened for shoot fly resistance, 11 accessions were identified as resistant in addition to the two accessions of sorghum (IS 2146 and IS 18551).

#### ***Pearl millet***

During 1973-96, most of the germplasm accessions of pearl millet had been characterized. Work done was reviewed in 1997 and as result, 197 germplasm accessions were planted in fields in 1997 to record data on some traits that were lacking from earlier years. In subsequent seasons, 1815 and 1394 accessions were sown to record the data on days to flowering, plant height, spike length, and spike thickness.

#### ***Chickpea***

Work on characterizing chickpea germplasm was almost fully achieved by 1996. Only a set of germplasm (66 accessions) awaited characterization and this was accomplished during the 1997/98 crop season. However, data on some traits on part of the germplasm were missing. To achieve the same, 1419 accessions were planted to record data on plant colour, 1995 for flowering duration, and six for growth habit, plant width, seeds per pod, and pods per plant. Forty-nine accessions of wild Cicer were characterized in the field, and another 100 accessions received from ICARDA were sown under extended day length conditions in the glasshouse and characterized for 22 traits. Preliminary screenings of the chickpea collection of Asian origin indicated the presence of good levels of genetic resistance, particularly to collar rot and *Botrytis* grey mould disease.

#### ***Pigeonpea***

In continuing the work of germplasm characterization of pigeonpea, 388 accessions received from USA were sown during 1997 crop season for characterization and seed increase. Seed protein content was estimated on 779 accessions. The values ranged between 14.9 and 24.6%. Information on photoperiod reaction on 11 000 pigeonpea accessions was added to the database. A diverse set of 28 accessions of pigeonpea and 12 related wild species were tested for tolerance to damages by pod fly (*Melanagromyza obtusa* Malloch) and pod wasp (*Tanaostigmodes cajaninae* La Salle). The accessions ICPW 141, 278, 280 (*Cajanus scarabaeoides*), ICPW 14 (*C. albicans*), ICPW 214 (*Rhynchosia bracteata*), and ICPW 202 (*Flemingia stricta*) showed resistance to pod fly and pod wasp damage (Sharma et al. 2003).



### **Groundnut**

Almost all the germplasm accessions had been characterized by 1996 for most of the traits. However, data for one or more traits was lacking for a large number of accessions. Such accessions were planted in fields starting from 1997 and the missing data were recorded. About 158 accessions of wild *Arachis* species were characterized using 70 descriptors. Rosette and early leaf spot (ELS) are the most destructive diseases of groundnut in West and Central Africa (WCA) and southern and eastern Africa (SEA). Out of 4420 groundnut germplasm accessions and 80 accessions of wild species evaluated, 20 genotypes in 1997/98 and 28 genotypes in 1998/99 showed low (<20%) disease incidence. Thirty-five additional sources of resistance to ELS were identified. Of these, 30 are from South America (mostly from Peru and Bolivia) and are Valencia types. Eleven accessions of wild *Arachis* species (ICGs 8131, 13211, 13222, 14855, 14856, 14888, 14875, 14907, 14924, 14939, and 14946) were highly resistant and 15 others were resistant to ELS. Eight wild species accessions (ICG 8131, 8193, 8904, 11560, 13212, 13261 and 15875) with low *Aspergillus flavus* colonization and aflatoxin contamination were identified. In West Africa, 500 accessions were screened over two years for tolerance to *Aspergillus* invasion and aflatoxin contamination. Thirty-one lines were consistently tolerant to seed invasion by *Aspergillus* and aflatoxin production. Against late leaf spot disease, 24 promising sources of resistance were identified from several wild species accessions. Out of 48 accessions of wild *Arachis* species screened against peanut bud necrosis disease (PBND), ICG 8131, ICG 8144, ICG 8944 were identified as disease free and ICG 11551 had <5% disease incidence. Insect-pests reduce yields in groundnuts. With concerted efforts at ICRISAT, several germplasm resistant sources that included six accessions for jassids (*Empoasca kerri* Pruthi) 11 for thrips (*Thrips palmi* Karny), one for aphids (*Aphis craccivora* Koch.), 10 for termites (*Odontotermes* spp.), and two for leaf miner (*Aproaerema modicella* Deventer) (Ranga Rao and Wightman 1999) were identified.

### **Geographical pattern of diversity**

#### ***Chickpea***

Data on 16,820 accessions of chickpea germplasm for seven morphological and 13 agronomic traits, and reaction to fusarium wilt was analyzed to determine phenotypic variation in the accessions from different geographical regions. The means for different agronomic traits differed significantly between regions. The variances for all the traits among regions were heterogeneous. South Asia contained maximum range variation for all the traits. The traits, seed colour and days to 50% flowering showed the highest pooled diversity index. Principal component analysis using 13 agronomic traits and clustering of the first three principal component scores delineated two regional clusters comprising Africa, South Asia, and Southeast Asia in the first cluster and Americas, Europe, West Asia, Mediterranean region, and East Asia in the second cluster (Upadhyaya 2003).

#### ***Groundnut***

Data on groundnut germplasm (13 342 accessions) held in the ICRISAT Genebank for 16 morphological and 10 agronomic traits in two seasons were analyzed to study geographical patterns of variation. The phenotypic variation was found for most traits in all the regions. The means for different agronomic traits differed significantly among regions. The variances for all the traits among regions were heterogeneous. Principal component analysis using 36 traits and clustering on the first seven principal component scores delineated three regional clusters, consisting of North America, Middle East, and East Asia in the first cluster; South America in the second cluster; and West Africa, Europe, Central Africa, South Asia, Oceania, South Africa, East Africa, Southeast Asia, Central Asia and the Caribbean Islands in the third cluster (Upadhyaya et al. 2002).



## Development of core and mini-core collections of mandate crops for enhanced utilization

### *Core collection*

Improvement in yield potential and resistance to biotic and abiotic stresses is an important objective in crop improvement. Plant breeders have successfully improved yield potential of most crops, resulting in large production increases in the past five decades. However, yields have reached a plateau in several crops, and the lack of further significant progress is a cause for concern. One reason for this plateau is that breeders tend to confine themselves to their working collection, consisting largely of highly adapted materials, and rarely use more diverse germplasm sources. In India's chickpea programme, (the world's largest for this crop), for instance, 184 breeding lines evaluated in 2001 included only 13 germplasm lines (mostly for stress resistance) in their pedigrees compared to 284 cultivars/breeding lines. Thus, only a small fraction of available germplasm diversity (ICRISAT's genebank alone contains over 17,000 chickpea accessions) has been used. Studies by Frey (1981) indicate that introduction of new alien germplasm in advanced breeding programmes often increase yield potential. However, it is almost impossible to predict which germplasm accessions(s) will be suitable for use in breeding programmes because of high genotype x environment interactions.

To overcome this problem, Frankel (1984) proposed manageable sampling of the collection or forming a 'core collection'. The core subset can be evaluated extensively and the information derived used to guide more efficient use of the entire collection (Brown 1989b). ICRISAT has developed core collections of pearl millet (Bhattacharjee 2000), chickpea (Upadhyaya et al. 2001a), sorghum (Prasada Rao and Ramanatha Rao 1995; Grenier et al. 2001), groundnut (Upadhyaya et al. 2003), and pigeonpea (Reddy et al. 2004) for research globally.

### *Mini-core collection*

In several crops having thousands of accessions in the *ex situ* collections in the genebanks, even a core collection could be unmanageably large and unwieldy. The International Rice Research Institute (IRRI) rice collection, for example, contains over 80 000 accessions, so even a core subset would be expensive and time-consuming to evaluate. The challenge is to further reduce the size of the core subset without losing the spectrum of diversity. A strategy for sampling the entire and core collections was developed to build up a mini-core subset involving two stages (Upadhyaya and Ortiz 2001). First, a representative core collection (10%) is developed from the entire collection, using information on origin, geographical distribution, and characterization and evaluation data. The core collection is then evaluated for various morphological, agronomic, and quality traits selected, and ultimately, a subset of 10% accessions from the core subset (that is, 1% of the entire collection) that captures most of the useful variation in the crop. At both stages, standard clustering procedures are used to separate groups of similar accessions, and various statistical tests are used to evaluate representatives of the core and mini core collections. We have developed mini-core collections of chickpea (Upadhyaya and Ortiz 2001), groundnut (Upadhyaya et al. 2002).

## Evaluation of core and mini-core subsets to identify useful germplasm

### *Groundnut*

Like elsewhere, the use of genetic resources has been limited in Asian groundnut breeding programmes, resulting in a narrow genetic base of cultivars. Utilization of exotic germplasm in breeding programmes is needed to enhance the diversity of cultivars. The Asian groundnut core collection (Upadhyaya et al. 2001b) consisting of 504 accessions (29 accessions of subsp. *fastigiata* var. *fastigiata*, 245 of subsp. *fastigiata* var. *vulgaris*, and 230 of subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*), along with four control cultivars, was evaluated in multi-environments for 22 agronomic traits to select diverse superior germplasm accessions for use as parents in improvement programmes. Analysis of data, using the residual maximum likelihood (REML) approach, indicated that variance components due to genotypes were significant for all the 22 traits, and genotypes x environment interaction were significant for eight traits. Estimates of

broad sense heritability ranged from 35.45% for pod yield per plant to 97.96% for days to cessation of flowering, indicating relative reliability of selection for different traits. On the basis of performance compared to control cultivars in different environments, 15 *fastigiata*, 20 *vulgaris*, and 25 *hypogaea* accessions from 14 countries were selected. The selected accessions and control cultivars were grouped using scores of the first 15 principal components (PCs) in *fastigiata*, 20 PCs in *vulgaris*, and 21 PCs in *hypogaea*. The clustering by Ward's method indicated that the selected accessions were diverse from the control cultivars. These 60 diverse parents will provide the germplasm that can be used in improving programmes to broaden the genetic base of groundnut cultivars.

From the core of groundnut consisting of 1704 accessions (Upadhyaya et al. 2003), 21 early maturing landraces were selected and evaluated at 12400Cd (equivalent to 75 days after sowing (DAS) and 14700 Cd (equivalent to 90 DAS) in rainy season at Patancheru along with early maturing cv. Chico. ICGs 4558, 4729 and 9930 (1.97-2.15 t/ha) were as early as Chico, but produced 25-36% more pod yields than the early maturing cv. JL 24 at 12400 Cd in the 2001/02 post rainy season (ICRISAT 2003).

The mini-core set of accessions (Upadhyaya et al. 2002) has been useful in identifying better sources for drought resistance. The set was planted in the 2001-02 post rainy season at Patancheru and data were recorded on specific leaf area (SLA) and soil plant analysis development (SPAD) chlorophyll meter reading (SCMR). These two traits can be used as surrogate traits for selecting for water use efficiency (WUE). SCMR values were more strongly correlated with pod yield and other economic traits like 100 seed weight and harvest index than SLA. On the basis of higher heritability and lower proportion of genotype x season interaction variance to phenotypic variance, SCMR appeared to be more stable than SLA. On the basis of SLA and SCMR values compared to control cultivars, six *vulgaris* and 13 *hypogaea* accessions were selected. These accessions and control cultivars were grouped using scores of the first 15 principal components. The clustering by UPGMA method indicated that the selected accessions were diverse and can be used in groundnut improvement programmes to develop WUE cultivars with broad genetic base (our unpublished data).

Promising accessions for low temperature tolerance were selected using core collection of groundnut (Upadhyaya et al. 2003). The set of 1704 core accessions was screened for low temperature tolerance at germination under laboratory conditions. Of the tolerant accessions identified, landraces were selected as they have the original variation and were used to examine other traits of economic importance and genetic diversity. Five accessions that showed tolerance to low temperature, high pod yield and phenotypic diversity were: ICG 4331, 8797, 9515, 11 130 and 13 539. These accessions can be used in breeding programmes to develop high yielding, low temperature tolerant cultivars and to broaden the genetic base (Upadhyaya et al. 2001c).

Holbrook et al. (1997) examined all accessions in the groundnut core collection (Holbrook et al. 1993) for reaction to the groundnut root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood race 1). Thirty-six core accessions showed a reduction in root galling, egg-mass rating, egg count per root system, and egg count per gram of root compared with Florunner. Twenty-one accessions showed a 70% reduction in egg count per root system and per gram of root, and two accessions showed a 90% reduction of these variables compared with Florunner. The striking geographical patterns observed were the relatively large numbers of resistant accessions from China and Japan.

Use of groundnut core collection has also resulted in the first report of resistance to preharvest aflatoxin contamination (PAC) in the US groundnut germplasm collection (Holbrook 1998). Fourteen core accessions were observed to have, on average, a 70% reduction in PAC in multiple years of testing. Six of these accessions exhibited a 90% reduction in PAC in multiple years of testing.

The most agronomically acceptable portion of the core collection has also been evaluated for resistance to *Rhizoctonia* limb rot (*Rhizoctonia solani* Kuhn AG-4) (Franke et al. 1999). This subset of the core collection consisted of 66 accessions having a spreading or spreading bunch growth habit. Six core accessions had a high level of resistance to *Rhizoctonia* limb rot.

### *Chickpea*

From the chickpea mini-core collection consisting of 211 accessions (Upadhyaya and Ortiz 2001), 16 germplasm lines having large seed size were identified (up to 63 g 100<sup>-1</sup>) and evaluated in replicated trials during the 2001/2002 post rainy season. All the 16 lines had greater 100-seed weight than the control cultivars (L 550 and ICCV 2) and 10 of them were also better for seed yield. ICCs 8155, 14194, 14199, 14204, 14205, 14926, and 16670 showed a good combination of large seed size (100-seed weight 42-54 g) and seed yield (1.13-1.56 t ha<sup>-1</sup> compared to 1.11 t ha<sup>-1</sup> for ICCV 2). Diversity analysis indicated that L550 and ICCV 2 were closely related, while the new large-seeded lines from them were diverse. These lines can be used to develop diverse, large-seeded kabuli cultivars.

From the same chickpea mini-core, 28 early maturing accessions were selected and evaluated in a replicated trial along with four controls (ICCV 2, Annigeri, ICCV 96029, and Harigantars) during the 2001/2002 post-rainy season. Seventeen lines had maturity similar to that of Harigantars and greater seed yield. ICC 10629, 10996, 10976, 11021, and 14648 were some of the high-yielding lines that were better than Annigeri (1.44 t ha<sup>-1</sup>). Diversity analysis indicated that the Harigantars, ICCV 2, and ICCV 96029 were closely related and the new lines from them were diverse. Using these lines in breeding programmes will broaden the genetic base of the resulting cultivars.

The mini-core of chickpea (Upadhyaya and Ortiz 2001) was also screened to identify accessions with drought tolerance traits. The depth of root and density are presumed to be the main drought avoidance traits identified to confer seed yield under terminal drought conditions (Turner et al. 2000). The accessions with deepest roots were: ICC 1431, 8350, 15697, 3512 and 11498. These accessions had deeper roots than the already known drought tolerant cultivars, ICCV 2, ICC 4958, and Annigeri (Krishnamurthy et al. 2003).

## **Documentation and information exchange**

### *Documentation*

The vast germplasm data gathered on chickpea and pigeonpea germplasm has been summarized and presented to the users in form of catalogues (Pundir et al. 1988; Remanandan et al. 1988). Multilocational evaluation data were summarized separately and two catalogues on forage sorghum germplasm (Mathur et al. 1991, 1992), one on chickpea (Mathur et al. 1993a), and two on pearl millet (Mathur et al. 1993b and 1993c) were produced. A Manual of Genebank Operations and Procedures was published (Rao and Bramel 2000) documenting the history of the collections, procedures for germplasm acquisition, maintenance, documentation, conservation, and distribution. Existing procedures were reviewed and revised to maintain the collections according to international standards. A taxonomic key for the identification of wild species of the mandate crops has also been included in the manual. Besides these catalogues, several research articles on germplasm research have been published.

### *Genebank Information System*

The genebank operations span from collection and conservation of germplasm to its distribution and use. The need to adhere to international standards of germplasm conservation and ensure transparency requires that these operations are computerized. This measure will help greatly in automating the routine operations of the genebank in a workflow system and in an efficient and timely dissemination of the information. The online genebank management system, developed in Visual Basic<sup>®</sup> 6.0 with SQL Server<sup>®</sup> 7.0 as the backend, is structured to query the available information.

### *System-wide Information Network for Genetic Resources (SINGER)*

The passport information on ICRISAT germplasm collections was updated for the geographic coordinates and location using Microsoft Interactive World Atlas 2000<sup>™</sup>. The available evaluation data have been computerized for nearly 30 000 accessions. The prototype of the new SINGER front-end developed and germplasm databases were web-enabled using SGRP Toolkit. The passport data of sorghum and pearl millet were updated with available geographic information. In sorghum, information on latitude and longitude of the collection sites has been

updated for 15 391 accessions and in pearl millet for 15 745 accessions, including 661 accessions of wild species. The small millets passport and characterization data were harmonized, validated, and replicated to SINGER database. The West and Central Africa groundnut germplasm data were made available on the web. A common but stand alone seed dispatch system for Africa with MS ACCESS' as backend and Visual Basic' as front end was completed. An online core selector programme was developed based on Hintum (1999).

### **Gaps in the germplasm collections**

In the initial years, assembling germplasm that existed with other institutes in India and abroad were given priority. Subsequently, germplasm collecting missions were introduced in areas that were poorly represented. With passport and characterization data and their summarization, specific germplasm types that are not adequately represented in the genebank (genetic gaps) and also less represented regions were arrived at.

### **Way forward**

Some gaps, such as low number of groundnut botanical variety *hirsuta* and *aequatoriana*, and sources for yellow endosperm and white seeds in pearl millet are apparent in the germplasm collection. There is need to secure more germplasm of these types. Germplasm should also be secured from priority regions.

Most germplasm accessions have already been characterized for a minimum set of descriptors. However, some accessions still need to be characterized and this should be given priority.

One of the significant features of the work on core subset has been the impetus that it is giving to exploring the ways in which PGR data can be collated and used more efficiently. Thus there is considerable interest in combining data from evaluation work with that obtained from biochemical or molecular studies in carrying out multivariate analyses of large data sets involving many hundred of accessions.

Germplasm conservation is a dynamic process. Knowledge of a gene pool is never complete and must be improved continually. This raises the question of the way in which changes to the constitution of the core subset should be managed. Accessions shown to have significant new variants that are absent from the core should undoubtedly be added to it, but on what basis and in what way?

If core collections are to be effective as part of a process of improving the conservation and use of plant germplasm, they should be properly documented. Core subsets can act as communication devices and, for this to be effective, the data needs to be widely accessible and used. This requires database management procedures that allow optimal and full exchange and use of the information.

A basic component of the development of core subsets is the collaboration between genebank managers, plant breeders, and other agricultural research scientists. This collaboration will increase qualitatively the effectiveness of the conservations efforts as well as the effectiveness of the breeding and related research necessary for crop improvement. It will also draw on resources that may not otherwise be available to those concerned with conservation.

The core and mini-core subsets developed should be characterized and evaluated extensively to draw benefits for the users. Molecular characterization of the mini-core subsets will help in elucidating the genetic diversity of the collections.

### **References**

- Brown AHD. 1989a. Core collections: a practical approach to genetic resources management. *Genome* 31: 818-824.
- Brown AHD. 1989b. The case for core collections. Pages 136-155 in: *The use of plant genetic resources* (Brown, A.H.D. et al. eds.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, England.
- Bhattacharjee R. 2000. Studies on the establishment of a core collection of pearl millet (*Pennisetum glaucum*). Ph. D. Thesis, CCS Haryana Agricultural University, Hisar – 125 004, India 162 pp.
- FAO. 1996. The state of ex-situ conservation. Page 90. In: *The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. FAO, Rome.



- Franke MD, Brenneman TB, Holbrook CC. 1999. Identification of resistance to *Rhizoctonia* limb rot in a core collection of peanut germplasm. *Plant Dis.* 83:944-948.
- Frankel OH. 1984. Genetic perspectives of germplasm conservation. Pages 161-170. in *Genetic Manipulations: Impact of Man and Society* (W. Arber et al. (ed.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, England.
- Frankel OH, Brown AHD. 1984. Current plant genetic resources- a critical appraisal. Pages 1-13 in *Genetics: New Frontiers. Vol. IV.* (Chopra, V.L., B.C. Joshi, R.P. Sharma, and H.C. Bansal eds.). Oxford & IBH Publ. Co., New Delhi, India.
- Frey KJ. 1981. Capabilities and limitations of conventional plant breeding. Pages 15-65 in *Genetic Engineering for Crop Improvement – Working papers* (Rachie K.O., and J.M. Lyman eds.). Rockefeller Foundation, USA, 1981.
- Grenier C, Bramel PJ, Hamon P. 2001. Core collection of the genetic resources of sorghum: 1. Stratification based on eco-geographical data. *Crop Science* 41: 234-240.
- Holbrook CC, Stephenson MG, Johnson AW. 1997. Level and geographical distribution of resistance to *Meloidogyne arenaria* in the germplasm collection of peanut. *Agron. Abstr.*:157.
- Holbrook CC, Wilson DW, Matheron ME. 1998. Sources of resistance to preharvest aflatoxin contamination in peanut. *Proc. Am. Peanut Res. & Educ. Soc.* 30:21.
- ICRISAT. 2003. Archival Report 2002: Crop management and utilization for food security and health. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh-502 324, India.
- Jiang HF, Duan NX. 1998. Utilization of groundnut germplasm resources in breeding programme. *Crop Genet. Resour.* 2:24-25.
- Knauff DA, Corbet DW. 1989. Genetic diversity among peanut cultivars. *Crop Science* 29:1417-1422.
- Koo B, Pardey PG, Wright BD. 2002. Endowing Future Harvests: The long-term costs of conserving genetic resources at the CGIAR centers. IPGRI, Rome. 30 pp.
- Krishnamurthy L, Kashiwagi J, Upadhyaya HD, Serraj R. 2003. Genetic diversity of drought avoidance root traits in the mini-core germplasm collection of chickpea. *ICPN* 10:21-24.
- Marshall DR. 1989. Limitations to the use of germplasm collections. Pages 105-120 in *The use of plant genetic resources* (Brown, A.H.D., O.H. Frankel, D.R. Marshall, J.T. Williams, eds.). Cambridge Univ. Press, New York.
- Mathur PN, Prasada Rao KE, Thomas TA, Mengesha MH, Sapra RL, Rana RS. 1991. Evaluation of Forage Sorghum Germplasm, Part-1: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 269 pp.
- Mathur, P, Prasada Rao KE, Singh IP, Agrawal RC, Mengesha MH, Rana RS. 1992. Evaluation of Forage Sorghum Germplasm, Part-2: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 296 pp.
- Mathur PN, Pundir RPS, Patel DP, Rana RS, Mengesha MH. 1993a. Evaluation of Chickpea Germplasm, Part-1: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 194 pp.
- Mathur P, Rao SA, Agrawal RC, Mengesha MH, Rana RS. 1993b. Evaluation of Pearl Millet Germplasm, Part-1: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 200 pp.
- Mathur PN, Rao SA, Sapra RL, Mengesha MH, Rana RS. 1993c. Evaluation of Pearl millet Germplasm, Part-2: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 215 pp.
- Plucknett DL, Smith NJG, Williams JT, Anishetty NM. 1987. *Gene banks and the world's food.* Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Prasada Rao, KE, Ramanatha Rao V. 1995. The use of characterization data in developing a core collection of sorghum. Pages 109-115. in *Core collections of plant genetic resources* (Hodgkin T, Brown AHD, van Hintum Th.JL, and. Morales EAV eds.). John Wiley & Sons, Chichester.
- Pundir RPS, Reddy KN, Mengesha MH. 1988. ICRISAT Chickpea Germplasm Catalog: Evaluation and Analysis. Patancheru, A. P. 503 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 94 pp.
- Ranga Rao GV, Wightman JA. 1999. Status of the integrated management of groundnut pests in India. Pages 435-459. in *IPM System in Agriculture* (Upadhyaya RK, Mukerji KG . Rajak RL, eds.). Aditya Books Pvt. Ltd., New Delhi.
- Rao NK, Bramel PJ. 2000. *Manual of Genebank Operations and Procedures.* Technical Manual no. 6. Patancheru, A. P. 502 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 190 pp.
- Reddy LJ, Upadhyaya HD, Gowda CLL, Sube Singh. 2004. Development of core collection in pigeonpea (*Cajanus cajan* (L) Millasp. *Genetic Resources and Crop Evolution* (in press).
- Remanandan P, Sastry DVVSR, Mengesha MH. 1988. ICRISAT Pigeonpea Germplasm Catalog: Evaluation and Analysis. ICRISAT, Patancheru, India. 89 pp.



- Sharma HC, Pampapathy G, Reddy LJ. 2003. wild relatives of pigeonpea as source of resistance to pod fly (*Melanagromyza obtusa* Malloch) and pod wasp (*Tanaostigmodes cajaniae* La Salle). *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 817-824.
- Upadhyaya Hari D. 2003. Geographical patterns of variation for morphological and agronomic characteristics in the chickpea germplasm collection. *Euphytica* 132: 343-352.
- Upadhyaya HD, Bramel PJ, Ortiz R, Sube Singh. 2002. Developing a mini core of peanut for utilization of genetic resources. *Crop Science* 42: 2150-2156.
- Upadhyaya HD, Bramel PJ, Sube Singh. 2001a. Development of a chickpea core subset using geographic distribution and quantitative traits. *Crop Science* 41: 206-210.
- Upadhyaya HD, Ortiz R. 2001. A mini core subset for capturing diversity and promoting utilization of chickpea genetic resources. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 1292-1298.
- Upadhyaya H, Ortiz R, Bramel PJ, Sube Singh 2001b. Development of core collection for Asia region. p 43 in: *Hundred years of post-Mendelian genetics and plant breeding – Retrospect and prospect. Diamond Jubilee Symposium of Indian Society of Genetics and Plant Breeding* (Kharkwal, M.C., and R.B. Mehra eds.). I A R I, New Delhi, India.
- Upadhyaya HD, Ortiz R, Bramel PJ, Sube Singh. 2003. Development of a groundnut core collection using taxonomical, geographical, and morphological descriptors. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 139-148.
- Upadhyaya HD, Nigam SN, Sube Singh. 2001c. Evaluation of groundnut core collection to identify sources of tolerance to low temperature at germination. *Indian J. Plant Genet. Resour.* 14: 165-167.
- van Hintum, Th JL. 1999. The core selector, a system to generate representative selections of germplasm collections. *Plant Genetic Resources Newsletter* no. 118:64-67.
- Vavilov NI. 1926 [Studies on the origin of cultivated plants.] Leningrad 129-238.

## Initial evaluation of *Parkia biglobosa* (Jacq. Benth) provenances from West African countries

P.I. Oni

Forestry Research Institute of Nigeria

### Abstract

Obtaining productive and adapted forest genetic resources in a sustainable forestry programme implies a careful selection of progenies and provenances with promising and desirable traits. *P. biglobosa* (Jacq.) Benth, named after Mungo Park by Robert Brown (1826), has long been widely recognized as an important indigenous fruit tree in all its West African range. Despite its age-long association with traditional agriculture and diverse use, inclusion in regular cultivation has rarely been beyond conservation of natural stands because of late maturity, seldom earlier than ten years in most cases. The present study reports an eight-year update on 15 provenances of *P. biglobosa* from nine West African countries. The trial investigation carried out in Nigeria (Saki, Oyo North) between 1997-2003 reports on initial morphological and survival rates among the provenances. Findings using core samples (25 stands plot<sup>-1</sup>) indicated that Guinea provenance had the best mean survival rate of 79% or (19.75 ± 1.26) and least survival rate of 33% or (8.25 ± 1.7) from Cameroon. Survival rates comparison among provenances showed that Guinea provenance had the best, followed by Benin and then Mali. Cameroon provenance had the least survival, followed by Cote d'Ivoire and then Burkina Faso. Mean total height (m) was also obtained from Guinea, the best surviving provenance (2.98 m ± 0.23) while the least mean total height was observed from the Cameroon provenance (1.18m ± 0.38). Mean tree diameter at 10cm for sapling sizes or for seedlings at collar level ranged between (5.45cm ± 1.16 cm and 11.16 cm ± 1.93). However, optimum diameter was attained from the Mali provenance (P4). This observation was contrary to expectations from the Guinea provenance, while least value was from Cameroon, although there was a general high positive correlation between mean total height (m) and mean tree diameter (cm) for all provenances investigated. Across the range the most relatively stable character among the various provenances was the number of main branches/provenance with a mean value of two for most provenances evaluated. For all the parameters assessed there were statistical significances. Current investigations revealed that *Parkia*, like most other indigenous fruit trees, grows slowly but responds better under improved or professional management. Faster growth is likely when intercropped with food crops with regular management practices including annual ploughing to avoid seasonal fires, regular weeding of the alleys and fertilization. All these practices can enhance early fruiting in progenies selection.

### Introduction

Obtaining productive, well-adapted forest genetic resources to promote sustainable forestry implies a careful selection of progenies and provenances with promising desirable traits of early maturity, and edaphically and ecologically adapted ecotypes. According to Kemp et al. (1979) the purpose of species and provenance trials should be to reduce many possible genotype or environmental combinations to a few proven species or provenances suitable for producing desired forest products on relevant sites.

*P. biglobosa* (Jacq.) Benth, named after Mungo Park by Robert Brown (1826), has long been widely recognized as an important indigenous fruit tree in anglophone and francophone West Africa, from Senegal eastwards to Uganda in the west (Hopkins and White, 1984b; Oni, 1998). Despite its age-long association with traditional agriculture and diverse usage, regular cultivation of the fruit tree has rarely gone beyond conservation of natural stands (Oni et al. 1998). Although FAO (1988) indicated that the demand for the seed merits the establishment of plantations in significant proportions of its range, the plantations are few. The most prevalent

are traditional management of dense populations and selective protection of naturally regenerated stands (Oni, 1997) in locations and countries. According to Kessler (1992), farmers believe that planting of *P. biglobosa* is like tending another crop that has no benefits. The lack of interest in deliberate cultivation is traceable to late fruitification (8-12 years) for most progenies, heights that are too tall at fruiting and excessive tree buttress. Though information exists on growth variations for some progenies in countries (Oni & Ladipo 1987) there is a dearth of information regionally. Coordinated efforts at screening various provenances/progenies for the species range-wide in West Africa started in 1993, when the Forestry Research Institute of Nigeria (FRIN) participated in the International Collaborative Research Project on the Germplasm Conservation and Improvement of *P. Biglobosa* for Multipurpose use in West Africa, funded by the Commission of the European Economic Communities that ended in 1997. One of the goals of the project was to evaluate several *P. biglobosa* provenances from its West African range with the objective of selecting superior lines for subsequent improvement studies to promote or enhance inclusion in regular professional cultivation and in various agroforestry programmes.

### Materials and method

As part of an international collaborative research on germplasm conservation and improvement of *Parkia biglobosa* in its range in West Africa, Nigeria, represented by FRIN, collaborated with four other countries including United Kingdom, France, Netherlands and Burkina Faso in a project sponsored by the European Community. One of the cardinal objectives of the project was to evaluate and screen the various provenances across the species range to select the most promising genotypes for certain criteria. Nigeria and Burkina Faso embarked on regional fruits collection and the seeds were later exchanged before establishing parallel evaluation studies at nursery stage and in trial plots in 1994. FRIN had been working hard to realize the primary objectives of this study since the funding by the European Community stopped in 1997.

The project site was located in Saki at Wasangeri in Oyo North of Oyo State (Lat 80 40'N, 30 0'E). Saki lies in the derived savanna otherwise referred to as the Guinea-Congolian-Sahelian zone (White 1981). The choice of Saki, site apart from edaphic factors, was a result of its location in an area of high resource utilization that has implication for the survival and adoption of research outputs.

The initial nursery was established in 1994 on a one-hectare plot with 70 provenances from 11 West African countries. From these provenances, the best 15 exhibiting the most desirable heterozygosity and fitness were selected across the 11 countries. A nursery evaluation study lasted for nine months (November- July) before seedlings were moved to a permanent site situated at Wasengari on a seven-hectare plot. However, not all the countries met the criteria for selection for the field evaluation study. Selected provenances investigated under the field situation were from nine countries (Table 1).

Table 1: West African countries represented by the provenance evaluation study

Countries	Coordinates	Number of provenances investigated	Number of provenances	Country acronyms
1 Benin	9.10'N, 2.20'E	2	BEN: P6, BEN P9	BEN
2 Burkina Faso	12.45'N, 2.15'W	2	BUR: P13, P15	BUR
3 Cameroun		1	CAM: P10	CAM
4 Cote d'Ivoire		2	RCI: P9, P10	RCI
5 Guinea		2	GUI: P3, P4	GUI
6 Mali		3	MAL: P4, P6, P10	MAL
7 Nigeria	12.05'N, 08.35'E	1	NGA: P3	NGA
8 Senegal		1	SEN: P6	SEN
9 Togo		1	TOG: P4	TOG
Total		15		9

The experimental design was a randomized complete block of 7x 7 (49 plants) per plot laid out in four blocks with 4 m between and within plots (Figure 1). The entire experiment was surrounded by 1 row of randomly selected *Parkia* plants, while 8 m width was provided between blocks and 10m width provided around the entire blocks to serve as fire breaks. The planting was done from 27 – 30 July, 1995. Post establishment cultural practices were carried out by four field assistants whose number was later reduced to two. The main initial silvicultural operation was ring weeding around the main plants, followed by beating up operation carried out from 28 to 30 August, 1995. The first ploughing was from 11 to 18 December, 1995 and, subsequently, annually during the mid dry season (November-December). Based on the project objectives, morphological parameters were collected from 1995 to 2003. Major findings from 2000 to 2003 are covered by the present study. Findings from the various parameters are presented in the results section of the study: 1) Survival count (core samples); 2) Total plant height (m); 3) Stem diameter (10cm above soil mark) (cm); 4) Number of main branches.

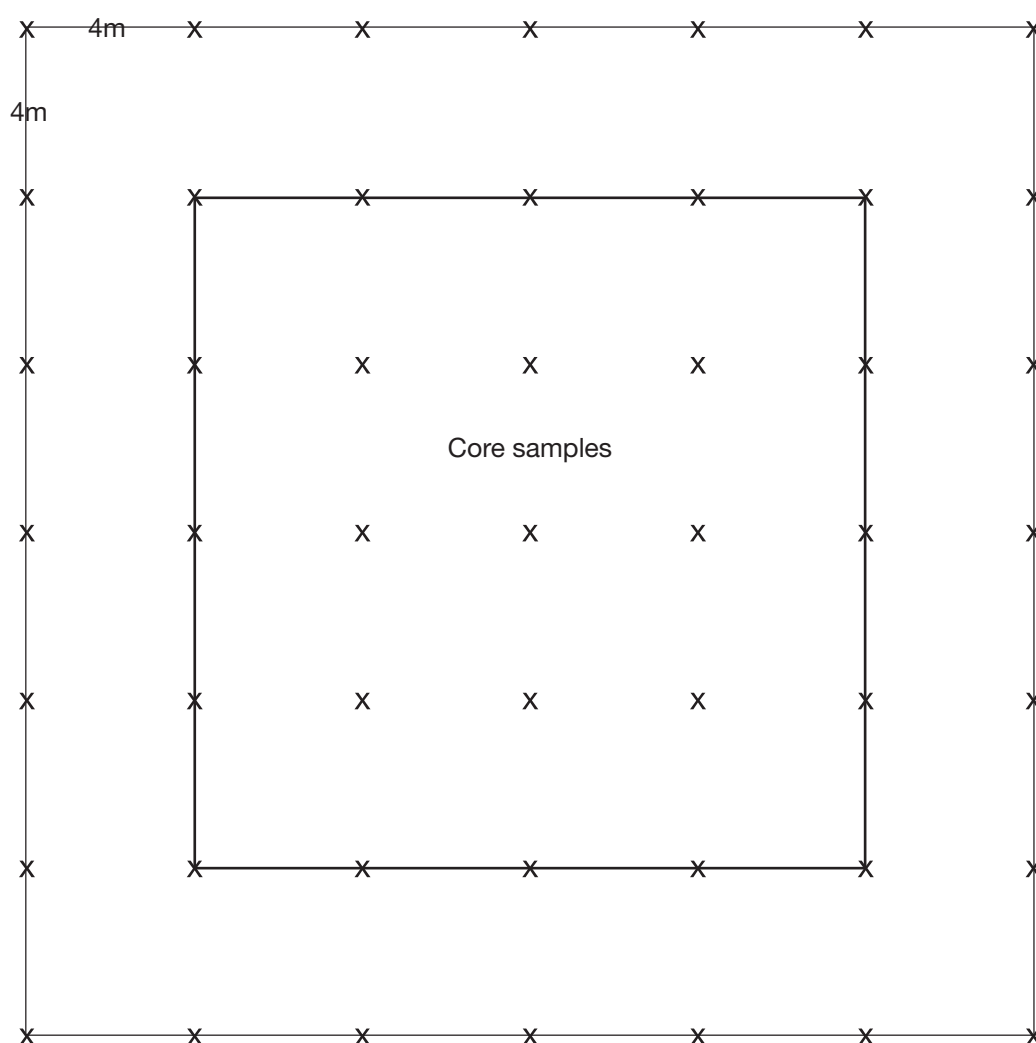


Figure 1: Typical size for the *P. biglobosa* provenance study (49 stands/plot)

### **Results and discussion**

The provenance evaluation study revealed interesting morphological characters and survival across the region and among the different provenances eight years after field establishment as presented in Table 2.

Table 2: Plots layout for *P. biglobosa* provenances (at Wasengeri, Saki, Nigeria)

Provenances	BLOCK 1	BLOCK 2	BLOCK 3	BLOCK 4
1	BEN P9	BUK P4	CAM P10	BEN P9
2	MAL P6	TOG P4	BEN P6	MAL P6
3	NGA P3	MAL P4	GUI P3	BUR P15
4	MAL P10	GUI P3	SEN P6	GUI P3
5	TOG P4	MAL P6	GUI P4	MAL P4
6	BEN P9	RCI P4	RCI P9	BEN P6
7	RCI P9	BEN P6	BEN P9	GUI P4
8	SEN P9	MAL P10	BUR P15	RCI P10
9	RCI P10	RCI P10	TOG P4	TOG P4
10	GUI P4	NGA P3	MAL P4	NGA P3
11	MAL P4	BUR P15	RCI P10	SEN P6
12	BUR P13	BEN P9	MAL P6	BUR P13
13	BUR P15	CAM P10	MAL P10	MAL P10
14	CAM P10	SEN P6	NGA P3	CAM P10
15	GUI P6	GUI P6	BUR P13	RCI P9

Table 3: Mean annual survival count for *P. biglobosa* stands for selected countries in West Africa

Plot No.	Provenance No.	Mean survival count for 2000 5(YAP)*	Mean survival count for 2001 6 (YAP)	Mean survival count for 2002 7 (YAP)	Mean survival count for 2003 8 (YAP)	Percentage (%) survival as at 2003
1	BEN P6	26.75	22.25	21.5	21.0	43.82
2	MAL P6	33.25	32.6	30.25	30.10	63.75
3	NGA P3	30.25	29.75	28	28.0	57.14
4	MAL P10	32.5	30.5	29.25	28.0	59.39
5	TOG P4	31.5	29.75	29.25	28.9	59.69
6	BEN P9	32	30.75	30.25	30.0	61.73
7	RCI P9	29.5	27.66	26.5	26.5	54.08
8	SEN P6	24.25	20.5	19.25	19	39.28
9	GUI P3	28	27.75	25.5	25	52.04
10	CAM P10	17.25	16	14.75	14.55	30.25
11	BUR P15	32	26.5	24.25	23.25	49.48
12	BUR P13	22.5	21	18.5	17.0	37.75
13	MAL P4	30.5	30	29.5	29	60.20
14	GUI P4	36.25	34.75	33.5	33.5	70.91
15	RCI P10	30	28.5	27.25	25	55.61

\* (YAP) Years After Planting

Mean annual die back among the various *P. biglobosa* provenances across the West African range eight years after planting at the permanent site indicated a loss of 29.09% - 69.75% (Table 3). However, Guinea provenance had the best survival (70.91%) while the least provenance performance was observed from Cameroon (30.25%). Mean annual loss of *P. biglobosa* stands on plots and provenance basis is between 1-4 stands or 2-6%. Nigeria provenance showed moderate survival performance (57.14%) but was not exceptional compared with other provenances from the rest of West Africa. Regionally and range-wide, provenance performance was not consistent though there was the tendency to conclude that east of the range provenances were relatively better except for Senegal, while provenances from central range were moderate



in performance. Provenances from west of the range had the least survival rate. In general and considering a maximum of 49 stands per plot, overall survival rate ranged between 30.25%–70.91%, considered as relatively high mortality rate for the various provenances. Some of the problems observed could be attributed to inadequate numbers of staff maintaining the plantation. It is almost impossible for two field staff to manage a 7.5 hectare plot. Other problems could be attributed to annual bush fires from adjacent bush fallows often encroaching the plot despite the presence of fire trace operation. Funds had been limiting in the last few years making ploughing of the plot against annual bush fire impossible during the dry season. Water logging in certain areas of the plot is part of the ecological problem while some vertebrates had been observed cutting the roots and sometimes eating up some *Parkia* stands.

Survival count indicates that *Parkia* provenances displayed quite a contrasting surviving ability after eight years of establishment (Table 4). Optimum survival count range between  $8.25 \pm 1.7$  and  $19.75 \pm 1.26$ . Except for provenances from Senegal and Cameroon, all the other provenances had more than 50% survival after eight years of trial plot investigation.

Table 4: Mean survival count for *P. biglobosa* provenances from West Africa (8 YAP)

Plot number	Provenance No	Mean and standard deviation (sd $\pm$ )	Percentage (%) survival 2003
1	BEN P6	17.25 $\pm$ 3.59	69
2	MAL P6	16 $\pm$ 3.6	64
3	NGA P3	15.25 $\pm$ 2.5	61
4	MAL P10	17 $\pm$ 1.83	68
5	TOG P4	15 $\pm$ 4.76	60
6	BEN P9	17 $\pm$ 4.69	68
7	RCI P9	13.75 $\pm$ 3.94	55
8	SEN P6	11 $\pm$ 1.73	44
9	GUI P3	15.25 $\pm$ 1.7	61
10	CAM P10	8.25 $\pm$ 1.7	33
11	BUR P15	16.25 $\pm$ 6.39	65
12	BUR P13	13 $\pm$ 6.27	52
13	MAL P4	14.5 $\pm$ 3.69	58
14	GUI P4	19.75 $\pm$ 1.26	79
15	RCI P10	14.25 $\pm$ 3.6	57

\* (YAP) Years After Planting

Height increment seven years after planting in the species indicated a maximum height of  $2.98 \pm 0.23$  m corresponding to the provenance from Guinea (GUI P4) (Table 5). The least observed total height ( $1.18 \pm 0.38$  m) was from the Cameroon provenance (CAM P10). Comparing survival and height as indicators of provenance vigour, there was a direct positive relationship between mean height and survival rate. The provenance from Guinea that demonstrated the highest percentage survival also had the best height performance and correspondingly with the provenance from Cameroon. Nigeria's provenance also showed medium performance for this parameter. Mean annual height increment among the various provenances was estimated to range between 15 cm and 45 cm. This may be regarded as low, but even where the species grows as sole stands under optimum nutrition, annual height increment of 19 cm was observed (Awodola 1993). The highest annual height increment of 1.21 m reported (Fagbemi 1994) was obtained in mixed cropping. When *Parkia* was a component of an agro-forestry programme, mean height of 3.5 m was reported 10 years after planting (Fagbemi 1994). This is one of the most prevalent physiological problems with several indigenous multipurpose fruit trees.

Table 5: Mean tree total height (m) increment among *P. biglobosa* provenances from West Africa (8\*YAP)

No	Provenance	Height (mean +sd)(m)
1	BEN P6	1.67 ± 0.37 c
2	MAL P6	2.52 ± 0.39 ab
3	NGA P3	2.67 ± 0.58 ab
4	MAL P10	2.56 ± 0.46 ab
5	TOG P4	2.62 ± 0.69 ab
6	BEN P9	2.45 ± 0.33 ab
7	RCI P9	2.55 ± 0.69 b
8	SEN P6	1.86 ± 0.51 c
9	GUI P3	1.29 ± 0.44 c
10	CAM P10	1.18 ± 0.38 c
11	BUR P15	2.72 ± 0.11 ab
12	BUR P13	2.32 ± 0.77 ab
13	MAL P4	2.29 ± 0.58 ab
14	GUI P4	2.98 ± 0.23 a
15	RCI P10	2.76 ± 0.43 b

(YAP) Years After Planting

\*P&lt; 0.05) Means followed by different alphabets along the column are statistically significant

Mean diameter increment among *Parkia* provenances from West Africa indicated a range of  $5.45 \pm 1.16$  cm for the Republic of Benin and  $11.16 \pm 1.40$  cm for the Mali provenance (Table 6). Mean annual diameter increment was estimated to range between 0.68 mm and 1.52 cm. However, there was a slight deviation in the relationship between the height and diameter increment. The Guinea provenance that had the tallest height did not show the same for diameter. Height increment in *Parkia* is sometimes influenced by annual coppice re-growth

Table 6: Mean tree diameter increment among *P. biglobosa* provenances (8\*YAP)

	Provenance No	Diameter (cm) (mean +sd)
1	BEN P6	5.87 ± 1.64 bc
2	MAL P6	8.32 ± 1.07 bc
3	NGA P3	8.94 ± 2.79 bc
4	MAL P10	9.49 ± 1.99 bc
5	TOG P4	8.37 ± 2.22 bc
6	BEN P9	8.46 ± 2.55 bc
7	RCI P9	7.98 ± 3.09 bc
8	SEN P6	6.85 ± 2.68 bc
9	GUI P3	5.93 ± 2.28 bc
10	CAM P10	5.45 ± 1.16 c
11	BUR P15	8.89 ± 3.03 ab
12	BUR P13	7.41 ± 1.54 bc
13	MAL P4	11.16 ± 1.93 a
14	GUI P4	9.88 ± 2.1 abc
15	RCI P10	9.47 ± 1.75 ab

\* (YAP) Years After Planting

\*P&lt; 0.05) Means followed by different alphabets along the column are statistically different

that often results in increased basal diameter without a corresponding height increment. Diameter increment comparison among the blocks and provenances indicated significant differences. Fatubarin (1987) indicated that suckering, as a result of annual burning in the species is a strategic survival mechanism in *P. biglobosa* and in most cases expanded base results due to secondary re-growth.

Branching habit among the provenances showed that at eight years after establishment, most provenances exhibit two main branches per tree (Table 7). However, branches per stand ranged between  $1.65 \pm 0.52$  and  $2.83 \pm 0.45$  across the region. Branching habit comparison among the countries did not show a particular trend in the west to east but the highest number of branches per provenance was observed from the west (Burkina Faso) while the lowest number of branches per provenance was obtained from the east (Cameroon). The Nigeria provenance was moderate for branching habit with a mean number of branches of  $(1.98 \pm 0.52)$ . Analyses of variance for number of branches among the provenances were statistically significant (L.SD. 0.05).

Table 7: Mean branch numbers for *P. biglobosa* provenances from West Africa (7\*YAP)

Serial number	Provenance No	No of branches (mean +Sd)
1	BEN P6	$2.14 \pm 0.57$ bc
2	MAL P6	$2.05 \pm 0.22$ bc
3	NGA P3	$1.98 \pm 0.53$ bc
4	MAL P10	$2.00 \pm 0.74$ bc
5	TOG P4	$1.84 \pm 0.18$ bc
6	BEN P9	$2.38 \pm 0.45$ bc
7	RCI P9	$2.00 \pm 0.67$ bc
8	SEN P6	$1.81 \pm 0.55$ bc
9	GUI P3	$1.90 \pm 0.62$ bc
10	CAM P10	$1.65 \pm 0.48$ c
11	BUR P15	$2.83 \pm 0.4$ a
12	BUR P13	$1.98 \pm 0.23$ bc
13	MAL P4	$2.13 \pm 0.68$ bc
14	GUI P4	$2.23 \pm 0.51$ abc
15	RCI P10	$2.47 \pm 0.4$ ab

\*P< 0.05) Means followed by different alphabets along the column are statistically different

## Conclusion

*P. biglobosa*, an important indigenous multipurpose fruit tree, displays broad-base ecological amplitude in its West African range. In view of its economic potential in rural economy it had attracted research attention from time immemorial. However, attempt at harnessing and evaluating its full genetic variations and potential across its range is recent and through findings from the present study, it could be concluded that the species displays high genetic variations for the initially assessed morphological parameters.

Provenances from the east of the range tend to display better desirable characters compared with west or central range of the species. The provenance from Cameroon was particularly poor for most of the characters evaluated, while Nigeria's provenance was medium. Despite the slow growth that had been reported for the species, improved response could be obtained under professional management compared with wide stands. Improved silvicultural practices are likely to enhance onset of fruiting in the species.

As part of the strategic management options, the tree should be intercropped with some arable crops especially within the first five years of establishment. This will not only encourage

active interactions between the tree and food crops but provide improved management and income to the farmers. Monitoring of the species still continues until the first fruiting activity is observed among the provenances.

## References

- Awodola AM. 1993. Effect of sources and rates of NPK supply on growth of *Parkia biglobosa* (R.Br.Ex G.Don) seedlings in the semi arid zone. Proceedings of the 20th Annual Conference of the Forestry Association of Nigeria 134-144).
- Brown R. 1826. Essay on the plants of Oudney, Denham and Clapperton. In: Narrative of travels and discoveries in northern and central Africa in years 1822, 1823 and 1824. Eds. D. Denham, H. Clapperton & W. Oudrey, pp. 208-246. Murray, London, U.K.
- Food and Agriculture Organization. 1988. Appendix 5 Forest Genetic Resources priorities 8 Africa Report of the Sixth Session of the FAO Panel of Experts on Forest Genetic Resources. Held in Rome Italy 10-12 Dec 1985, 12-79.
- Fabgemi T. 1994. Performance of *Parkia biglobosa* and *Leuceana leucocephala* in mixed silviculture with *Gmelina arborea* in the savanna zone of Nigeria. African Crop Science Journal 2: 279-284.
- Fatubarin A. 1987. Observation on the natural regeneration of the woody plants in a savanna system in Nigeria. Tropical Ecology, 28:1-8.
- Hopkin HC, White F. 1984b. The ecology and chorology of *Parkia* in Africa . Bulletin du Jardin Botanique, National de Belgique. Bulletin National Plantentium Belgique 54 235-266.
- Kessler JJ. 1992. The influence of karite (*Vitellaria paradoxa* and nere (*Parkia biglobosa* trees in sorghum production in Burkina Faso. Agroforestry Systems 17: 97-118.
- Kemp RH. 1979. Seed Procurement for Species and Provenance Research. In: A manual on species and Provenance Research with particular reference to the Tropics. pp. 32-48. Compiled by Burley J and Wood P.J Tropical Forest Papers No 10 Common Wealth Forestry Institute University of Oxford, UK.
- Oni PI. 1997. *Parkia biglobosa* (Jacq. Benth) in Nigeria: A resource assessment An unpublished PhD Thesis, School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor. 220 pp.
- Oni PI, Hall J,B, Ladipo DO. 1998. The ecology of a key African multipurpose tree species; *Parkia biglobosa* (Jacq) Benth: the current state of knowledge.) Nigerian Journal of Ecology Vol. 1 pp. 59-77.
- Oni O, Ladipo DO. 1987. Growth variations in some progenies of *Parkia biglobosa* . Paper presented at the 16th Annual Conference of Genetics Society of Nigeria 9-13th April, 1989 Nigeria. 9 pp.
- White F. 1983a. Vegetative descriptive memoir to accompany the UNESCO/ AETF/ UNSO; vegetation map of Africa. UNESCO Natural Resources Research 20. UNESCO, Paris. 356 pp.

## Morphological characterization of frafra potato (*Solenostemon rotundifolius*) germplasm from the savannah regions of Ghana

M.O. Opoku-Agyeman<sup>1</sup>, S.O. Bennett-Lartey<sup>1</sup>, R.S. Vodouhe<sup>2</sup>, C. Osei<sup>3</sup>, E. Quarcoo<sup>3</sup>, S.K. Boateng<sup>1</sup>, E.A. Osekere<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CSIR Plant Genetic Resources Centre (PGRC), Bunso, Ghana

<sup>2</sup> Bioversity International, Office of West and Central Africa, Cotonou – Benin

<sup>3</sup> Savannah Agric. Res. Inst. (SARI), Nyankpala – N/R

### Abstract

Frafra potato is a root and tuber crop grown mainly in the Guinea and Sudan Savannah agro-ecological zones of Ghana. It has been observed that the crop also does well in the moist semi-deciduous forest ecology. The need to promote this under-utilised crop and safeguard its diversity is paramount owing to its nutritional, agronomic, socio-cultural and socio-economic importance for the savannah regions of Ghana. Fifty-six accessions of frafra potato germplasm from the Northern, Upper East and Upper West regions of Ghana have been collected and are being conserved. Studies on morphological characters of the germplasm have been carried out on field grown plants. A locally prepared draft descriptor of ten aerial characters and three underground characters were used for characterizing the crop. Several morphotypes clustered in nine groups were found in the collection based mainly on fresh tuber weight, tuber skin colour (periderm), tuber shape and leaf and stem pigmentations. The positions of pigmentation as expressed on leaves were sometimes inconsistent even within the same accessions. The need for characterization in different agro-ecological zones has been recommended.

### Introduction

Frafra potato is a root and tuber crop grown and consumed mainly by people in the Northern and Upper regions of Ghana. Dittoh et al. (1998) have cited numerous authors as having found this crop in the savannah areas of neighbouring countries, such as Benin, Burkina Faso, Mali, Nigeria and Togo. It has also been found in Sri Lanka, Malaysia, Indonesia and South-East Asia (Kay 1973). However, in Africa, the crop is believed to have originated from Ethiopia from where it spread to other areas (Tindall 1983). The small tubers of the crop are boiled, dried and stored for times of food scarcity especially during planting seasons. It is also boiled and eaten as snack. In his dissertation, Abapol (1997) enumerated some medicinal and socio-cultural importance of frafra potato in the treatment of dysentery, blood in urine and eye disorders in Africa. The crop also has a lot of socio-cultural importance, such as presentation as gifts to in-laws, served as food to mourners at funerals, and snacks at child naming ceremonies. A local alcoholic drink has also been brewed from frafra potato, (Abapol 1997).

This crop species that was known in certain cycles as *Coleus dysentericus* because of the assertion that it cures dysentery (Trindall 1983), has been given different names by different authors: *Coleus rotundifolius* (Vasudevan and Jos 1989; Bejoy et al. 1990; Mohankumar et al. 1990); *Plectranthus esculentus* (Kyesmu and Akueshi, 1989), *Coleus parviflorus* (Yayock et al. 1988; Abbiw 1990). It is now, however, mostly called *Solenostemon rotundifolius* Poir (Tindall 1983) from the family Labiatae (Dupriez 1989; Philips 1997).

Frafra potato is also called “Persa”, “Peh-ha”, “Per-aha”, “Pe-insa” or “Hasia” in Kusal, Dagare, Frafra, Buli and Sissali dialects, respectively. It is considered to have great potential given its nutritional, agronomic, socio-cultural and socio-economic importance for the savannah regions of Ghana (Dittoh et al. 1988)

Frafra potato is a bushy herb about 30 cm tall. It is a succulent plant characterized by a square stem in cross section (Dupriez 1989). The stem is short, stout, erect and glabrous (Thiselton-Dyer 1900). Dupriez (1989) rightly described the leaves of frafra potato as opposite on the stem, oval, serrate, irregular and plucked with a length of 5 to 7 inches and covered with



hairs. Whilst this description suits the collection in Ghana, the accessions within the current collection had crenate leaf margins instead of serrate.

The crop has a terminal spike of zygomorphic flowers (Omotoyo 1977). Dupriez (1989) described the flowers as whitish to pink. Tindall (1983) also noted that the flowers are small and violet and borne on elongated terminal raceme, with the calyx being 21 mm long and campanulate. He also added that the upper tooth of the calyx is large and ovate and the lower tooth small and deltoid. Thiselton-Dyer (1900) described the corolla as measuring 6.35 mm long and hairy outside.

The shallowly fibrous root systems of frafra potato produce tubers that vary in shape, roughly cylindrical and about 5 cm long (Dupriez 1989). However, different shapes and sizes even within same varieties have been observed. These tubers are known to have excellent taste and are comparable to that of Irish potato (*Solanum tuberosum*).

Crop genetic resources are the building blocks for any breeding work for improvement. This crop has become of interest in genetic resources management and breeding because of its gradual extinction, due partly to its labour intensiveness, relative poor yields and unattractive tuber sizes. Frafra potato has not been systematically characterized in Ghana. There is an obvious need for improving this crop that appears to have escaped the attention of breeders in Ghana. The need to collect available germplasm of the crop and develop descriptors for their characterization for conservation and use in Ghana was felt, hence, this preliminary work.

This study was undertaken to characterize and familiarize with the available diversity in frafra potato using morphological traits.

### **Materials and methods**

The germplasm was collected from the Northern, Upper East and Upper West regions of Ghana. The study was carried out at the Plant Genetic Resource Centre (PGRC), Bunso, which is located in moist semi-deciduous forest ecology. The soil type of the field where the germplasm was grown for the study is a sandy clay loam classified as 'Eutric cambisol' and locally referred to as 'Birim' (SRI 1997). Fifty-six accessions of frafra potato currently being conserved at the PGRC, Bunso, were used. These were planted on 1 m<sup>2</sup> beds (9 plants/bed) in a randomized complete block with three replicates. Five plants per bed were randomly selected and tagged for scoring on the qualitative characters. A draft descriptor for frafra potato was designed with the aid of other root and tuber crop descriptors (IBPGR 1990). Thirteen characters were studied. These were: (1) Presence of anthocyanin pigmentation, (2) Position of anthocyanin pigmentation on leaves, (3) Predominant leaf colour, (4) Predominant stem colour, (5) Presence and position of secondary leaf colour, (6) Flowering, (7) Colour of inflorescence stalk, (8) Colour of flower buds, (9) Colour of petals, (10) Number of open flower buds, (11) Tuber shape, (12) Tuber skin colour, (13) Range of tuber sizes. All the characters were studied after most of the accessions had flowered.

Percent distribution of the different categories in the data for the various characters was calculated. The data were then subjected to a cluster analyses for a grouping of the accessions with an output in a dendrogram.

#### **Presence of pigmentation on leaves**

There is anthocyanin pigmentation on the leaves of some accessions of frafra potato. The pigmentation, when present, could be on all leaves or on some leaves of the particular accession. These patterns were studied by recording their absence and presence on some leaves by visual appreciation.

#### **Position of anthocyanin pigmentation on leaves**

When it became clear that some or all leaves had pigmentation, the position of this on the leaves also followed certain patterns. The observed patterns were scored as not pigmented, present at the leaf tip, at the middle of leaf lamina and present at the margins and the tip of the leaf lamina.

**Predominant leaf colour**

Leaf colours referred to the general colour of the leaf besides any anthocyanin pigmentation. The colours observed were green, light or yellowish-green and olive-green using the colour chart.

**Predominant stem colour**

Unlike in the case of the leaf where the main leaf colour was consistently a shade of green, the predominant stem colours were varied green, light green, yellowish-green and purple.

**Presence and position of secondary stem colour**

Most accessions had a secondary stem colour besides the predominant stem colour. These also varied in their position on the entire stem. The most common positions were scored as wide longitudinal stripes in opposite faces of the quadrangular stem, thin longitudinal stripe, nodal pigmentation and others referred to as undefined.

**Flowering**

Presence and frequency of flowers were recorded as 0=No flowering, <5 flowers = very few flowering, >5 < 20 average = flowering and >20 flowers = abundant flowering.

**Colour of Inflorescence stalk**

This was recorded on the position just above the terminal opposite leaves to the terminal flower buds of the racemose inflorescence. The observed colours were scored as green, brownish-green and brownish-purple.

**Colour of flower buds and petals**

The colour of flower buds was scored as dark brown, greenish purple, and dark brownish-purple. The colour of petals was scored in closed buds for accessions where there was flowering budding that failed to open, as light-purple and dark blue/purple.

**Number of open flower buds**

Ten best inflorescence-bearing branches in each replicate were randomly selected by visual appreciation at an advanced stage of flowering (About 120 days after sprouting). The frequency of open buds (with petals) was scored as: 0=none, <5 flowers = very few, 5 < number of flowers <20 = few and >20 flowers = many.

**Tuber size**

This trait was obtained by dividing the mean weigh of the 10 largest tubers over the mean weight of the 10 smallest tubers in each of the accessions. The resultant figures that had no units and ranged between 0.05 and 23.82 with a mean of 9.01, were ranked from 1 to 5 (1 = very small and 5 = very big).

**Tuber shape**

Tubers from the three replicates were bulked. At least 30 tubers from the bulk were selected at random. An already determined group of shapes was used to characterise the tubers. The shapes that were predominant in each accession were recorded. The shapes were irregular, elliptical, obovate, oblong, spherical and undetermined, the latter being for the branched and amorphous looking tubers.

**Tuber skin colours**

Freshly harvested tubers from the different replicates were bulked and seven tubers picked at random. These were cleaned of all soil particles by washing in water and air drying overnight before characterising.

All the characters that are colour based were scored using the Methuen handbook of colours charts (Kornerup and Wanscher 1978).

Some accessions had missing data. And, since in this particular study missing data could not be calculated, accessions that had missing data and some characters that the draft descriptors could not cover, were given as another variant in some cases, using terms such as uncharacterized, undetermined, and not defined.

### **Results and discussion**

There were variations in all the 13 characters observed in this study.

#### **Presence of pigmentation on leaves**

In the character 'incidence of pigmentation, there were four variants. These were: (1) pigmentation found on apical leaves only, (2) pigmentation found on all leaves, (3) pigmentation found on selected leaves and the other variant (4) not defined. Not defined here means "not clear cut according to the descriptors used". Accessions with pigmentations on all leaves dominated the collection with 34% followed closely by accessions with pigmentations only on apical leaves with 30%.

#### **Position of anthocyanin pigmentation on leaves**

The variants were: (1) pigmentation found at the leaf margins (edges) and then concentrated at the tip, (2) pigmentation concentrated at the centre towards the tip, (3) pigmentation found only at the tip and (4) undefined and scattered including those that had no pigmentation. Accessions with pigmentation at the leaf tip formed over 52% of the collection with the other variants being almost fairly distributed.

#### **Predominant leaf colour**

In the character 'Predominant leaf colour, three variants were found. These were (1) green, (2) light-green and (3) olive-green. Over 90% of accessions had green leaves. The leaf colours were independent of the incidence and position of anthocyanin pigmentation on them.

#### **Predominant stem colour**

There were four distinct colours. These were: (1) yellowish-green, (2) green, (3) light-green and (4) purple. Over 55% of accessions had green as the predominant stem colour.

#### **Presence and position of secondary stem colour**

Besides the main stem colours, there were incidence of secondary colours just as in the leaves. There were: (1) longitudinal stripes on two opposite sides of the squared cross section stem and on the nodes and (2) longitudinal stripes only. In this case they were not all opposites but could also be found on a single face or two faces but not necessarily opposite, (3) secondary colour on the nodes only and (4) undefined. There were over 50% of accessions that fell in this last category.

#### **Flowering**

The character flowering varied from no flowering to abundant flowering: (1) no flowering (2) very little flowering (3) average flowering and (4) abundant flowering. The end of flowering is an indication of tuber maturity according to farmers. In accessions that do not flower, leaf senescence would be the guide to maturity. At this stage, however, many tubers are found to have deteriorated.

#### **Colour of inflorescence stalk**

The following variants were found: (1) green (2) brownish-green and (3) brownish-purple. Over 65% of accessions fell in the category of green.

#### **Colour of flower buds**

The colour of flower buds had three variants: (1) brown, (2) greenish-purple and (3) dark-

brown or dark-purple. Most of the accessions fell between brown with 43% of accessions and greenish-purple with 49%.

### **Colour of petals**

There were four variants in the colour of petals that were as follows: (1) closed flower buds, (2) light-purple petals (3) dark purple petals and (4) uncharacterised. More than 46% of accessions of the collection had closed buds while the remaining accessions either had light-purple (25% of accessions) or dark-purple (15% of accessions).

Despite the beautiful flower petals which attract a lot of insects, no fruiting has been observed on frafra potato in the Bunso environment or elsewhere in Ghana.

### **Number of open flower buds**

The number of open flower buds had five variants. They were: (1) not characterized, (2) non-meaning no flower bud opening, (3) very few opening, (4) few opening and (5) many flower buds open. Despite many flowers falling even before data were recorded, it was always clear that some accessions had profuse bud opening with many insects visiting while others were not as colourful. However, accessions with no bud opening dominated the collection with over 40%.

Although the collection has been observed over years and different seasons, some accessions did not flower at all.

### **Tuber shape**

In tuber shapes, it was observed that different shapes could be found in the same accessions. It is unclear whether mix-ups have originated from the germplasm donors. It was, however, clear that certain shapes dominated in most of the accessions. The observed shapes were: (1) undetermined, (2) mostly elliptical, (3) mostly irregular, (4) mostly oblong, (5) mostly obovate and (6) mostly spherical. The elliptically shaped tubers dominated the collection with 28% of accessions while the least were undetermined and spherical with 9% of accessions each.

### **Tuber skin colour**

In tuber skin colour, six categories were observed. These were: (1) uncharacterized materials, (2) greyish-orange, (3) reddish-brown, (4) greyish-brown, (5) brown, (6) violet or dark brown and (7) black. The dominant colour was violet or dark-brown with 25% of accessions. Dittoh et al. (1998) studied some germplasm from northern Ghana and observed that there were three main varieties in their collection based on tuber skin colour. It was, however, not clear whether colour charts aided them or they used visual appreciation. Tindall (1983) also observed three varieties that he called 'rubra', 'nigra' being red-grey, black and white tuber skin colours respectively. It was, however, observed in this study that even within those tubers considered as black visually, there could be as much as three different shades of colours, such as dark-brown and violet-brown that have been put together in this study for convenience.

There were very isolated cases of tuber skin 'deformities', such as short horizontal scars called alligator skin in sweet potato (*Ipomoea batatas*). Other deformities were constrictions and nodules, the latter suspected to be caused by nematodes.

Notwithstanding the different tuber skin colours, the tuber flesh in all accessions was white.

### **Tuber size**

There were five categories of tuber sizes. Frafra potato tubers are known to be small (about 28g, Yidana, in personal communication) especially those from the Savannah regions where they are cultivated. At Bunso, however, tubers as heavy as 480g were found. About 22% of accessions had tubers within the categories of 'big' and 'very big'. The very small tubers, however, dominated in the collection with 29% of accessions being in that category.

Some speculative reasons assigned for this difference in tuber sizes are the deeper top soil, better soil fertility and heavier rainfall in the moist semi-deciduous forest ecology where Bunso is located, against the Guinea savannah ecology in northern Ghana.

The crop produces a lot of tubers but this could vary greatly even within the same accession. Inter accessional differences in number of tubers of seven to over 60 has been observed. The crop spreads and produces tubers at every node that touches fertile ground (layering). Such tubers are, however, small (<20g).

A dendrogram obtained through an average linkage hierarchical cluster analysis of the 13 characters puts the collection in nine groups at 60% of the characters as being dissimilar. Some of the major distinguishing characters have been summarized in Table 1. Strictly the grouping based on the dendrogram could have been less (3 or 4). Nine groups have been made out to elucidate events observed in the field. A lesser number of groups would have a wide inter group variability difficult to summarize in a table. The accession with collection number QA 99 055 and numbered 44 on the dendrogram should strictly belong to group one. This has been separated due to its peculiar olive-green leaves, apical leaves pigmented at the centre of leaf lamina through the tip and with a purplish stem.

### **Conclusions and recommendations**

There are more frafra potato morphotypes than is reportedly known. There actually could be more than just nine morphotypes in the collection at Bunso given that the draft descriptors used for the characterization were not sufficiently sharp to capture the available variability. This is evidence in the good number of character variants that were left either as uncharacterized or as undetermined. The crop, if given the necessary attention, can be high yielding. The assertion that the crop grows in the savannah is debatable due to its preliminary performance at Bunso which is located in the moist semi-deciduous forest ecology. The results obtained so far would be most helpful in improving the draft descriptor for frafra potato.

There is need to characterize frafra potato germplasm in the three major agro-ecological zones and compare results. This would be useful in developing a national descriptor. The available collection should also be characterized with molecular tools where results could, as pertaining to genetic variability, be even finer.



Table 1: Some major characters of the various groups in the germplasm of *fratira* potato at Bunso

C h a r a c t e r i s t i c s										
Numbers as on dendrogram	Leaf colour	Incidence of pigment and position	Predominant stem colour	Incidence of flowering	Colour of inflorescence stalk	No. of open flower buds	Colour of petals	Tuber shape	Tuber skin colour	Tuber size
(Group 1) 15, 21, 10, 13, 11, 14, 3, 38, 39, 45, 1, 2, 29, 5, 20	Green	Mostly apical leaves and at tip	Light green, green	Mostly very few	Greenish-purple, green	None or uncharacterized	Unopened flower buds	Elliptic Obovate	Violet brown, Brown	Very small to average
(Group 3) 19, 22, 17, 16, 40	Green, Light green	Leaf tip	Light green, green	Few	Green	Uncharacterized	None	Obocata Spherical, Oblong	Violet brown, Brown	Very big
(Group 2) 44	Olive-green	On apical leaves central to tip	Purple	Very few	Brownish-purple	—	—	Elliptic	Greyish-brown	Very small
(Group 4) 18, 53, 37, 48, 48, 50, 6, 51, 52	Green	No pigmentation or very little at margin	Light green	Abundant	Brownish-green	Few	Dark-purple	Oblong Elliptic	Reddish-brown, Greyish-brown	Big and very small
(Group 5) 32, 49, 42, 55	Green	Pigmentation on all leaves	Green, Light green	Abundant	Purple/Dark brown and Brownish-green	Mostly few	Dark Blue purple	Obovate Oblong Spherical	Reddish-brown, Greyish-brown, Violet brown	Very small and very big
(Group 6) 43, 47, 46, 56, 54	Green, Olive green	On apical leaves	Light green, purple	Abundant	Green, Brownish-purple	Very few, few	Light-purple	Elliptic	Violet brown Dark brown	Average to big
(Group 7) 24, 41, 4, 9, 7	Green	Undefined	Green, Yellowish-green	No flowering, Very few	—	—	Reddish-brown, Light-brown	Oblong	—	Very small and average
(Group 8) 31, 33, 34, 35, 12, 25, 26, 27	Green	Pigmentation on all leaves and scattered	Green	Abundant	—	—	—	Oblong Irregular obovate	Reddish-brown, Greyish-brown	Very small to big
(Group 9) 8, 36	Green	Not defined	Light green	Very few, few	—	—	—	—	—	—

## References

- Abapol RR. 1997. Assessment of the performance of some Frafra potato accessions in Nyankpala area of Ghana. A dissertation submitted to the faculty of agriculture, UDS, in partial fulfilment of the requirement for award of the BSc. (AGRIC Tec.) Degree. pp. 21-33.
- Abbiw DK. 1990. Useful Plants of Ghana. Public Intermediate Technology. Publication and the Royal Botanic Gardens, Kew p. 37.
- Bejoy MK, Vincent A, Hariharan M. 1990. *In vitro* shoot regeneration of *Coleus parviflorus* Benth. India Journal of Plant Physiology. 1990, 33: 2, 175-176, 2P1.
- Dittoh JS, Bayorbor TB, Yiadana JA, Abapol RR, Otoo JA. 1998. The potential and constraints of persa (Frafra potato) as a food security crop in Northern Ghana. A paper for the 1st biennial National Research Systems (NARS) workshop on the theme 'Sustainable Agriculture Production and Food Security' Accra International Conference Centre, 16-20 November, 1998. pp. 2-15.
- Dupriez H. 1989. Africa gardens and orchards. Macmillan Press Ltd. London and Basingstoke. Translated from French into English by CTA. pp. 316-317.
- IBPGR. 1990. Descriptors for Brassica and Raphanus. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Kay EK. 1973. Root Crops. The tropical products institute. Foreign and Commonwealth Office. ODA. p. 245.
- Kornerup A, Wanscher JH. 1976. Methuen handbook of colour. Third Edition. Eyre Methuen. London pp. 252.
- Kyesmu PM, Akueshi CO. 1989. Effects of relative humidity variation on crude protein, crude fibre, fats and ash contents of *Coleus* potato (*Plectranthus esculentus* N.E.Br.) under storage. Nigerian Journal of Botany. 1989, 2: 1-7; 28.
- Mohankumar CR, Nair PG. 1990. Production potential and economics of tuber crop based cropping system for low lands. Indian Journal of Agronomy 1990, 35: 1 - 2, 44 - 49.
- Omotoyo O. 1977. Flowering Plants of West Africa. Longman Group Ltd. P 19. Philips TA. 1977. Agricultural Note Book. Longman Group Ltd.
- SRI. 1997. Report on identification and fertility assessment of some farm plots of the Plant Genetic Resources Centre, Bunso. By Senayah JK, Asiedu EK, Tetteh FM. Miscellaneous paper No. 253. Soil Research Institute, Kwadaso. Thiselton-Dyer WT. 1900. Ed. Flora of Tropical Africa. Pub. London Lovel Reene and Co. Ltd.
- Tindall HD. 1983. Vegetables in the Tropics. The Macmillan Press Ltd. Handsmills Bamsingstoke Hampshire RG 212, 5. pp. 243-245.
- Vasudevan K, Jos JS. 1992. Variation of yield and quality in *Coleus* mutants. Madras Agricultural Journal. 1992, 79; 3,135-138.
- Yayock JY, Labin G, Owonubi JJ, Onazi OC. 1988. Crop Science and Production in the Hot Climates. Macmillan Publications Ltd.

## ***In vitro* germplasm management at the Department of Botany, University of Ghana, Legon**

E. Acheampong<sup>1</sup>, M.D. Quain<sup>1,2</sup>, B. Asante<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tissue Culture Laboratory, Department of Botany, University of Ghana, Legon, Accra Ghana

<sup>2</sup> Crops Research Institute of the Council for Scientific and Industrial Research

### **Abstract**

The Tissue Culture Laboratory of the Department of Botany, University of Ghana, has been involved in germplasm management since its inception in 1990. One of the main activities has been *in vitro* germplasm conservation where reduced growth environment and reduced growth medium protocols developed are investigated and optimised for various staple crops. All these methods permit short to medium term conservation. The development of cryopreservation protocol for *Dioscorea* species and *Solenostemon rotundifolius* has been initiated and this will serve a long-term conservation purpose. Efforts by the Botany Department to conserve and utilize germplasm and their diversity using available methods (*in vitro* slow growth and rapid multiplication methods), develop working cryopreservation protocol for the long-term conservation of root and tuber genetic resources and empowering the private sector in the utilization of *in vitro* techniques are highlighted.

### **Introduction**

The conservation, promotion and management of indigenous food crops and other genetic resources to make them available for broad base breeding and diversification of agricultural products will go a long way in increasing yields and alleviating poverty in the West African sub-region. Genetic resources of root and tubers and other vegetatively propagated staple crops are mainly conserved vegetatively in field gene banks owing to the presence of sterile genotypes in some root and tuber crop species. In addition, the seed produced by crops are highly heterozygous and, therefore, does not favour the farmer who is interested in specific gene combinations and thus propagates vegetatively to maintain the clonal genotypes (Purseglove 1972; Bajaj 1995).

The maintenance of field gene banks has, however, been associated with several major problems, such as diseases and cost. Recent studies have shown that germplasm being kept in field gene banks has been lost to rodents, diseases and non-adaptability. In Ghana, during the drought experienced in 1983 – 1984, field gene banks of root and tuber crops were lost through drought, fire and theft.

The Department of Botany, University of Ghana, is using reduced growth environment and growth medium nutrients for *in vitro* germplasm conservation. All these methods permit short to medium term conservation. However, cryopreservation, which is the storage of biological material at ultra-low temperature, being that of liquid nitrogen (-196°C), is the only method available currently to ensure safe and cost-effective long-term conservation of genetic resources of species that have recalcitrant seeds or are vegetatively propagated. The past 10 – 15 years have seen dramatic progress in this area, where more than 100 plant species have had their cryopreservation techniques developed. Much of this work has, however, been based on temperate plant species. Research on tropical and subtropical species that either are vegetatively propagated or produce recalcitrant seeds, is lagging behind (Engelmann 2000).

There is urgent need, therefore, for the international community to assist Ghana to develop strategies for long-term conservation of the cultivated and wild crop resources by strengthening institutional capacity. This will enable the building of a team of competent resource persons to conserve and utilize germplasm. *Dioscorea* species and *Solenostemon rotundifolius* are vital staples in Ghana and the West African sub-region that need to be conserved urgently. Initial cryopreservation experiments are presently being carried out on these crops.

This presentation highlights efforts by the Botany Department to conserve and use germplasm and their diversity through available methods (*in vitro* slow growth and rapid multiplication methods) and by developing cryopreservation protocol for the long-term conservation of root and tuber genetic resources of the West African sub-region. Subsequently, the cryopreservation input will be available for training others and the expertise, not available currently, would have been developed for manpower training in the country and the sub-region. Efforts by the department to empower other researchers and the private commercial farmer with the tool of tissue culture for rapid propagation of healthy planting material are also highlighted here.

### **Some set objectives of the tissue culture laboratory of the Department of Botany**

The tissue culture laboratory established in 1990 aims to fully utilize accessible biotechnology tools for the management of germplasm, the primary objective being conservation of germplasm. The department offers training to undergraduate and postgraduate students, technical staff and researchers. The aim has been to equip them for the proper utilization of the basic tool of tissue culture that can be used in other areas of biotechnology for germplasm management.

### **In vitro slow growth achievements**

*In vitro* conservation of germplasm in the tissue culture laboratory is based on root and tuber staple crops, namely, yam, cassava, cocoyam, sweet potato, ginger, frafra potato, plantains and bananas and, more recently, pineapples. The source of germplasm for conservation has been mainly from the PGRC, other research institutions and farmers.

Osmoticum, reduced oxygen, media nutrients, temperature and light have been used for *in vitro* conservation of germplasm of several crops including *Pistacia*, *Coffea arabica* and *Dioscorea* species (Kartha et al. 1981; Barghchi 1986; George 1993; Ashun 1996). These techniques have all been used so far for *in vitro* conservation of local staples at the Department of Botany and the associated research has been as a result of Bioversity International, UNU/INRA, the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and the German Technical Cooperation, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) collaborative efforts.

Table 1: Various research findings

<i>In vitro</i> conservation method used	Crop	Results obtained
Murashige and Skoog medium (Murashige and Skoog, 1962) supplemented with 2, 3 or 4 % mannitol and sucrose.	<i>Dioscorea</i> spp., <i>Ipomea batatas</i> and <i>Solenostemon rotundifolius</i>	Cultures were maintained for a period of between 35 and 52 weeks.
White's medium and half strength Murashige and Skoog's medium.	<i>Solenostemon rotundifolius</i> and <i>Xanthosoma</i> species	<i>Solenostemon rotundifolius</i> cultures survived up to 35 weeks after which survival reduced by 52 weeks. <i>Xanthosoma</i> spp., cultures were maintained up to 80 weeks.
Reduced temperature (18°C) on normal multiplication medium.	<i>Musa</i> species, <i>Xanthosoma</i> species, Cassava, <i>Ipomea batatas</i> , <i>Dioscorea</i> spp., <i>Solenostemon rotundifolius</i>	Multiple buds formed in <i>Musa</i> and <i>Xanthosoma</i> species cultures were maintained for one year. Cassava, <i>Solenostemon rotundifolius</i> , <i>Dioscorea</i> and <i>Ipomea</i> species growing cultures were maintained for a period of one year.
Reduced oxygen	<i>Solenostemon rotundifolius</i>	Growing cultures were maintained for a period of one year in culture.



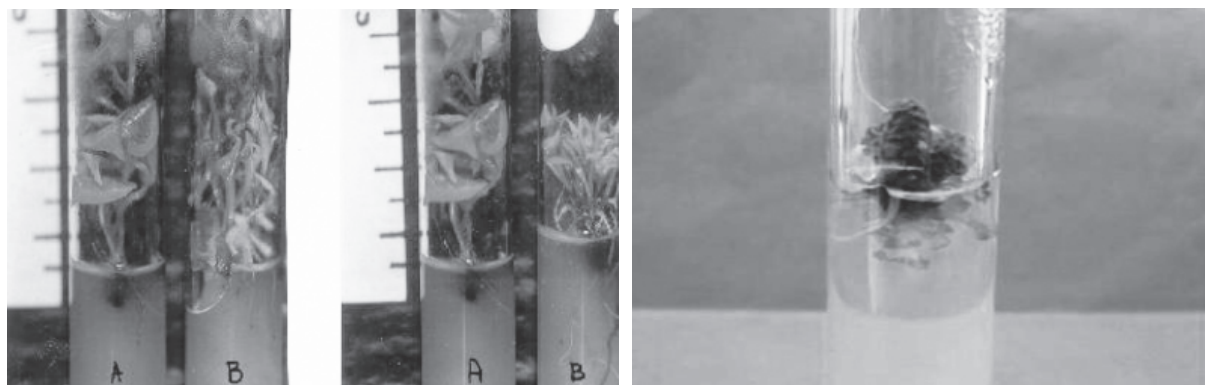
### **Development of cryopreservation techniques**

Germplasm conservation and plant tissue culture technology are two of the programme areas of UNU/INRA that facilitated the sourcing of funds for developing cryopreservation techniques. Bioversity and the Third World Organisation for Women in Sciences (TWOWS) are also providing financial support towards this work. A PhD student attachment at the School for Life and Environmental Sciences of the University of Natal, Durban Campus in South Africa under the supervision of Professor P. Berjak helped in the selection of the necessary techniques.

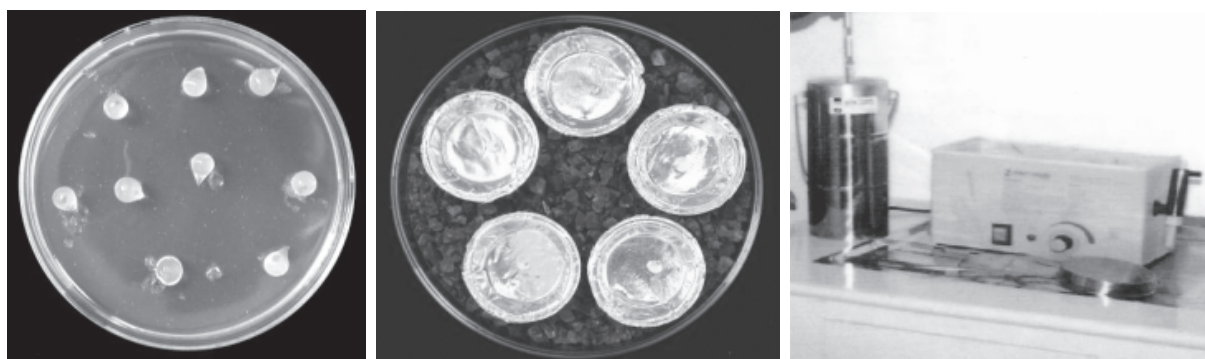
The crops for the study are *Dioscorea* species and *Solenostemon rotundifolius*. The cryopreservation models being used are based on encapsulation-vitrification, encapsulation - dehydration, dehydration and vitrification (Mandal et al. 1996; Engelmann 1997, 2000; Berjak et al. 1992, 2000; Benson 1995; Kioko et al. 1998; Ng and Ng 2000; Niino et al. 2000).



(a) Incubation room for *in vitro* germplasm conservation



(b) Yam and Frafra potato being conserved on media supplemented with mannitol



(c) Explant encapsulation and dehydration prior to cryopreservation

Figure 1: Some activities at the Department Of Botany Tissue Culture Laboratory



The source of explants being cryopreserved has been the shoot tips and nodal cuttings and the results obtained have indicated that the explants have high water contents and are sensitive to dehydration. However, their desiccation tolerance is improved on treatment with sucrose and mannitol. *Dioscorea* species explants have responded positively to Plant Vitrification Solution two - PVS2 (Sakai et al., 1990, 1991) and survival has been obtained in vitrified and cryopreserved as well as freezing ( $-70^{\circ}\text{C}$ ) shoot tips. *Solenostemon rotundifolius* explants have proven to be very sensitive to PVS2 and they lose viability on exposure. Other plant vitrification solutions have been designed for it and efforts are still being made to improve explant survival with various vitrification solutions after cryopreservation and freezing at  $-70^{\circ}\text{C}$ .

### **Germplasm utilization activities**

The demand for *in vitro* clonally propagated germplasm for research and industry has been enormous and the Department has so far played a major role in the production of needed planting material. Initially, germplasm utilization contracts were limited to *in vitro* rapid multiplication of yams, sweet potato, cocoyams, plantain and banana availed to researchers for multi-locational trials. Later, there was multiplication of plantains directly to farmers and non-governmental organizations (NGOs). Currently, the laboratory is into commercial production of elite pineapple varieties. The laboratory has now provided the expertise for establishing a commercial tissue culture laboratory to produce pineapples with a current turnover of 100 000 suckers a month. The projection will be three times the present capacity in the near future.

### **Training efforts**

To encourage and empower researchers to use biotechnology to conserve, manage and improve germplasm, the Tissue Culture Laboratory of the Department of Botany, University of Ghana Legon, has, since 1998, been organizing international training courses with support from UNU/INRA in collaboration with Bioversity and IITA. A total of 42 young scientists and laboratory technicians from Benin, Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Cameroon, Ghana, South Africa, Togo and Zambia have been trained. Some of the areas covered during the training include use of tissue culture for micropropagation of germplasm, cryopreservation techniques, germplasm characterization and documentation.

### **Way forward**

Characterizing germplasm collections is an essential aspect of establishing gene banks (Bewley and Black 1995). *In vitro* gene bank collections represent diversity within plant genetic resources and there are variations according to genotype and phenotype. Characterizing collections helps to identify diversity for future use and also to prevent unnecessary duplication of germplasm in *in vitro* gene banks that would otherwise affect the limited resources. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) assay, random amplified polymorphic DNA (RAPDs), restriction fragment length polymorphism (RFLP) and simple sequence repeats (SSRs) or microsatellites (Benson and Hamil 1990; Kartha and Engelmann 1994; Harding and Benson 2001; Hao et al. 2002; Ditix et al. 2003) have been used in genetic fingerprinting analysis of germplasm. These have indicated that DNA fingerprinting is fast and reliable hence can be used to prevent duplication of germplasm and ensure that genetic integrity of material is preserved following conservation. The Department, therefore, hopes to adapt this technology for routine characterization of germplasm conserved in its *in vitro* gene bank.

Due to the urgent need for farmers to produce large amounts of planting material for production of non traditional export crops, such as yam, pineapple, banana and plantain, it is evident that tissue culture is the only tool to help meet the targets. Although there are protocols, production systems have to be optimized to maximise profit for the private sector farmer. The department thus is working toward fine-tuning all *in vitro* protocols, to achieve efficient production systems for the commercial production of locally important crops.

Although *in vitro* slow growth protocols have been developed for germplasm conservation, there is need to adapt cryopreservation techniques to fully realize the potential of an *in vitro* genebank. Cryopreservation techniques when applied in germplasm conservation serves a long term purpose and also as base collections that duplicate active collections (Towill 1991). Hence, cryopreservation protocol developed for *Solenostemon rotundifolius* and *Dioscorea* will be adapted and optimized for other germplasm under *in vitro* slow growth.

### Constraints

The various research activities could have progressed further but for the untimely release of funds when they are available and this is coupled with the general lack of funds. There is expertise, basic equipment and infrastructure to work towards realizing the objectives.

### Conclusion

A lot has been achieved over the years and more has to be done to manage germplasm to achieve maximum benefits from plant diversity. There is hope that the needed support will be obtained for the vision.

### References

- Ashun MD. 1996. *In vitro* studies on micropropagation of various yam species (*Dioscorea* species) M.Phil. Thesis submitted to University of Ghana – Legon.
- Bajaj YPS, Jain LC. 1995. Cryopreservation of Germplasm of Sugarcane (*Saccharum* species). In: Bajaj YPS. (ed) *Biotechnology in Agriculture and Forestry* (32) Springer, pp. 256-265.
- Barghchi M. 1986. *In vitro* micropropagation of *Pistia* root stocks. *Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc.* 1985 35: 334-337
- Benson EE, Hamil JD. 1990. Cryopreservation and post freeze molecular and biosynthetic stability in transformed roots of *Beta vulgaris* and *Nicotiana rustia*. pp.163-172.
- Benson EE. 1995. Cryopreservation of shoot-tips and meristems. In: Day JG, McLellan MR. (eds) *Methods in Molecular Biology*, vol. 38: *Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols*. pp. 121-132.
- Berjak P, Farrant JM, Pammenter NW, Vertucci CW, Wesley-Smith J. 1992. Current understanding of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds: development, state of water and responses to dehydration and freezing. In: D. CÙme and F. Corbineau (eds.) *Proc. 4th Int. Workshop on Seeds*, pp. 705-714.
- Berjak P, Walker M, Mycock DJ, Wesley-Smith J, Watt P, Pammenter NW. 2000. Cryopreservation of recalcitrant zygotic embryos. In: Engelmann F, Takagi H. (eds.) *Cryopreservation of Tropical Germplasm, Current Research Progress and Application*. IPGRI, pp. 140-155.
- Bewley JD, Black M. 1985. *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press, New York.
- Dixit S, Mandal BB, Ahuja S, Srivastava PS. 2003. Genetic Stability Assessment of Plants Regenerated from Cryopreserved Embryonic Tissues of *Dioscorea bulbifera* L. using RAPD, Biochemical and Morphological Analysis. *Cryoletters*, 24 (2): 77-84(8).
- Engelmann F. 1997. Importance of desiccation for the cryopreservation of recalcitrant seed and vegetatively propagated species. *Plant Genetic Resources Newsletter* 112: 9-18
- Engelmann F. 2000. Importance of cryopreservation for the conservation of plant genetic resources. In: F. Engelmann, Takagi H. (eds.) *Cryopreservation of tropical plant germplasm: current research progress and application*. Japan International Research Centre for Agricultural Sciences, Tsukuba, Japan / International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. pp. 8-21.
- Hao Y-J, You C, Deng X. 2002. Analysis of Poliploidy and the Patterns and Amplified Fragment Length Polymorphism and Methylation sensitive Amplified Polymorphism in Strawberry Plants Recovered from Cryopreservation. *Cryoletters* 23: 37-46.
- Harding K, Benson EE. 2001. The Use of Microsatellite Analysis in *Solanum tuberosum* L., *In vitro* Plantlets Derived from Cryopreserved Germplasm. *Cryoletters* 22: 199 – 208.

## Germplasm conservation and its impact on crop improvement in Nigeria

M. N. Ishaq<sup>1</sup>, A.C. Wada<sup>1</sup>, A.A. Ochigbo<sup>1</sup>, O.A. Falusi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Cereals Research Institute, Badeggi, Bida, Niger State

<sup>2</sup> The Federal Polytechnic, Bida, Niger State

### Abstract

Conservation serves as the link between the acquisition and utilization of plant genetic resources (PGR) and includes all the means by which plant genetic resource is stored and preserved. Conservation of genetic resources either in field gene bank (*in situ* or *ex situ*) or *in vitro* has helped to check the dearth of genetic resources. It enhances genetic variation from which selections can be made to improve cultivated crops. Many cereals, especially rice, sorghum and maize have been improved by this means. Conservation of genetic resources has made an impact in today's cultivated crops. Many of the crops grown today resulted from wide crosses between wild related species. This was followed by domestication by man and later through crop improvement involving crosses specifically made between species that possessed desirable traits. Species, however, must first be collected and preserved to achieve this. This paper discusses the various means by which germplasm conservation could be achieved as well as the impact and benefits that can be obtained from their use.

### Introduction

The study of plant genetic resources conservation (PGRC) is constantly being redefined and revitalized. Conservation helps to maintain the genetic base required for breeding or from which better varieties and strains of crops can be selected for food, fuel and medicine. PGR provide the biological basis for food security, and they thus support the livelihood of every person. These resources are the plant breeder's most important material and the farmer's most essential input. They are, therefore, essential for sustainable agricultural production. Plant genetic resources are essential for agricultural development: for increased food production, poverty alleviation and promoting economic growth. In Nigeria, much of these crop genetic resources are found in small fields of peasants who, aided by nature, have played a central role in creating, maintaining and using their invaluable resources to improve cultivated crops. These practices range from simple conservation of PGR by peasants who have always preserved them to the establishment of an advanced programme for collecting and systematic use of available genetic resources by national and international institutes. Maintenance of these species of great genetic diversity is, therefore, crucial to sustainable agriculture, especially for resource-poor farmers practising agriculture under low input condition in marginal lands. On-farm conservation of landraces on peasant farms provided a valuable option for conservation as it helps to sustain evolutionary systems that are responsible for generation of genetic variability (Gopalan et al. 1986). The genetic variability of species is preserved in a defined area in form of a natural ecosystem (*in situ*) or *ex situ* in field gene banks (Gopalan et al. 1986). Large collections of many of the world's most important food crops have been assembled and are kept in modern gene bank facilities. The collections comprise materials provided by national programmes, such as NAGRAB, and institution around the world, for example, ORSTOM, International Institute of Tropical agriculture (IITA) as well as materials collected by the centres in partnership with the national PGR programme.

It has been estimated that 300 000 species of higher plants originally existed in the world but only about 3000 (1%) are used by man today (Gopalan et al. 1986). Of these, only 200 have been brought into cultivation and only 30 of these supply nearly all the food consumed by the human population (Scarascia 1984 and Chang 1985). About 75% of this food is provided by only eight

cereals species (wheat, rice, maize, barley, oat, sorghum, millet and rye). The major advances in agricultural productivity achieved today in the world, including Nigeria to some extent, largely depend on access to a diverse range of genetic resources. This resource has two types of values:

- As immediate resource – genes and genotypes are valued for agronomic and biotic characteristics, such as pest and disease resistance, drought tolerance, plant stature as well as taste, colour and other factors of cultural importance.
- They are also valued for genetic diversity, that is, insurance against unknown future needs or conditions, thereby contributing to the stability of farming system locally and nationally. Since genetic resources are vital to crop improvement in general and sugarcane in particular, this paper reviews the impact of genetic resources conservation to crop improvement in Nigeria today with emphasis on the crop species that the National Cereals Research Institute (NCRI) is mandated to improve.

### **Methods of plant genetic resources conservation**

There are several ways of conserving plant genetic resources of crop plants. The cheapest and most convenient is to store the seeds. However, not all crops can be preserved in this way, either because they are vegetatively propagated or do not produce seeds or because the periods of the seeds viability may be extremely short under storage (Ng 1988). There are, however, conservation methods that depend on factors, such as the storage organs or propagules, the extent and geographical distribution of genetic diversity and the availability of suitable storage facilities. The biologically sound way to preserve genetic resources is to keep them in the environment in which they develop, that is, *in situ* (Daniel 1987). This can be done when the environment is balanced with limited possibilities that it will be thrown off-balance. The main objective should be to conserve genes rather than genotypes. Conservation of maximum genetic diversity is therefore desirable. Conservation status of indigenous crop species in Nigeria is not only from a biological viewpoint, but also from a wide array of economic, social, and environmental values that these species provide for humanity.

### ***In situ* method of conservation**

This is the preservation and protection of genetic resources in their natural habitat (Ford-Lloyd and Jackson 1986). It is the continuing maintenance of a plant population within the ecological community in which it forms a part as well as in the environment to which it is adapted. This means of conservation aims at achieving stability by maintaining self-perpetuating populations in natural systems. A great number of species can be conserved *in situ* as part of a natural ecosystem. However, as a general rule, it is difficult to conserve the genetic resources of a species this way without conserving the natural ecosystem of which it is a part (FAO 1977). *In situ* conservation enables many more species to be conserved under conditions that allow them to continue to evolve, and the preservation of cultivated and wild species without the need for big expenditure on the area to be conserved. The advantage of this conservation method is that species can continue to evolve, allowing the appearance of new recombinant forms. For tropical and perennial species with recalcitrant seeds, *in situ* conservation may be an essential complement to *in vitro* conservation. *In situ* conservation, even though good in theory, is realistic only when it is acceptable to the people and not in conflict with national priorities and its continuity can be ensured. In the absence of controlled monitoring, security risk is low. Natural habitats are lost and replacement of land races by modern varieties takes place as a normal part of the cropping system. *In situ* conservation may, therefore, be achieved by protecting the wild species in their natural habitat or modified habitat through cultivation. These conservation areas are found in national parks and government reservation areas in Nigeria.

### ***Ex situ* conservation**

Another method for the preservation of genetic resources is collection gardens, where the plants are kept under normal growing conditions. However, conservation can also be in form of seed banks (as in most research institutes and universities), through tissue culture and the use of



ultra low temperature (Ng 1988). *Ex situ* conservation ensures that the stored materials are readily accessible, can be well characterized and documented and are relatively safe from external threat. This method of conservation cannot provide the opportunity for a wild relative to continue the evolutionary process that a species undergoes in its natural environment. However, it keeps germplasm safe when plants are destroyed in their natural habitat and offers the user the advantage of gathering widely scattered material in one place ready for use. Crops like sugarcane, cocoa, rubber are conserved in this form.

### ***In vitro* conservation**

An advanced technology of *ex situ* conservation is preserving genetic resources through *in vitro* method. This is the conservation and preservation of cells, calluses or tissues of selected plant species in sealed test tubes. It is based on the fact that plant materials can be kept alive indefinitely as *in vitro* cultures and that plant cells are totipotent. *In vitro* means of conservation has helped to transfer genetic resources by reducing risk of transporting disease and pest-free materials from centres of origin to the international banks (Ford-Lloyd and Jackson 1986). The major disadvantage of this method is that it requires high technology, constant electricity and skill for maintenance. It is also labour intensive and expensive (Ng 1988). *In vitro* genetic conservation is handy in evolving disease and pest free variety of sugarcane (Ann 1997).

### **Uses and utilization of plant genetic resources**

The successful conservation and sustainable utilization of PGR resources for food and agriculture involves a wide range of people in every country: policy makers, planners, scientists, germplasm curators, breeders, rural communities and farmers (FAO 1996). PGR are conserved so that they can be used for food and agriculture and diversification in agriculture. Peasants in northern Nigeria use their crops for many purposes, such as food, medicine and fodder (Table 1). Better deployment of these resources could also reduce the vulnerability of crops to pests and diseases and dependence on pesticides. At the NCRI, Badeggi, 10-12% of rice, 3-5% of soybean and 5-7% of sugarcane accessions conserved are used in various breeding programmes (Anon 1987). With the rising population pressure and reduction in the area of prime land for agriculture, increases in food production and equitable food distribution will be necessary. There is a pressing need in most countries for better use of PGR (including the under-utilized species) through plant breeding. Major advances in plant breeding today are based on an increased use of PGR, a pre-requisite to achieving the increases in food production to feed the rapidly growing world population. The success of the poverty alleviation programme in Nigeria, a key aspect of which is food security would depend largely on availability of higher yielding

Table1: Utilization of crop species by the peasant farmers in northern Nigeria

Crop Species	Utilization
Rice	Food, fodder (straw)
Sorghum	Food, beverage, fodder
Maize	Food, fodder
Cowpea	Food, fodder
Soya bean	Food, Industrial, fodder
Sesame	Food, medicinal, industrial, fodder
Sugarcane	Beverage, industrial
Cassava	Food, industrial
Millet	Food, fodder,
Acha (hungry rice)	Food, medicinal, industrial, fodder
Groundnut	Food, industrial, fodder
Yam	Food



crop varieties for cultivation especially in the rural areas where over 70% of the farming families reside. The use of a relatively small proportion of a gene bank collection can of course, lead to large benefits, as breeding programmes routinely demonstrate. However, under- utilization can limit the long term economic and social benefits of society's investment in conservation. Major constraints that lead to low level use of germplasm in national gene-banks include: lack of characterization, evaluation data and documentation of information, poor coordination of policies at national level and poor linkage between gene banks and users of germplasm. Characterization and evaluation data on sugarcane germplasm are available at the NCRI for use by stakeholders in the sugar industry (Agboire et al. 2000).

### **Approaches available for use in crop improvement through genetic conservation**

There are two main approaches to crop improvement using exotic genetic material: introgression and incorporation (base broadening). Through introgression, specific traits have been introduced from exotic germplasm into breeders' adapted material over several generations (Table 2). Sometimes the desired exotic genes are available in a different species (e.g. wild relatives) that cannot be used in a conventional breeding programme (David et al. 1994) because they are incompatible. On peasant farmers' fields, cultivated crops often inter-cross with their wild or weedy relatives growing in the same or in nearby fields. These often result in new genetic combination that farmers can use to meet their agro-ecological needs. This kind of genetic introgression occurs when new research trials are planted on farmers' fields as on-farm trial on open pollinated crops. According to Qualset et al. (1996), genetic introgression of this type leads to diversification among the included species. Wild species are known to possess useful genes, mainly for resistance or tolerance to disease, pests and abiotic factors not found

Table 2: Improvement of some of the conserved crop genetic resources in Nigeria

Crop	Conservation	Improvement	Institute(s)
Rice	Field gene banks, storage bottle, tissue culture	-Hybridization of wild x cultivated for rice gall midge -Transfer of short duration traits -Development of iron tolerant varieties	NCRI, WARDA, IITA
Soybean	Field gene bank, storage bottle, tissue culture	-Transfer of low shattering trait from wild spp. to cultivated varieties -Reduction of days to maturity -Improved protein content	IITA, NCRI, IAR&T
Sugarcane	Field gene banks	-Improved sucrose content -Transfer of smut resistance from the wild to cultivated varieties	NCRI
Sorghum	Field gene banks, tissue culture	-Development of short duration sorghum -Downy mildew resistant varieties	IAR/LCRI/CRISAT
Maize	Field gene banks, storage bottles, tissue culture	-Development of high lysine content varieties -Higher yielding varieties	IAR&T, IITA
Sesame	Field gene banks, storage bottles	Development of resistant genotypes to black specks High oil content genotypes	NCRI, IAR
Cowpea	Field gene banks, tissue culture, storage bottles	-High protein content varieties -Early maturing varieties	IITA, IAR & T, IAR

in cultivated species. Wide crosses for crop improvement are generally aimed at the transfer of such traits or increase in yield or quality (Gopalan et al. 1986). This higher level of resistance that characterizes wild species or ecotypes is derived from their ability to withstand extreme environmental conditions. At NCRI, sugarcane and beniseed wild species have been utilized for evolving new crop varieties resistant to pest and diseases (Anon. 1997). With the advent of scientific plant breeding early this century, biotechnological methods are now increasingly available to facilitate wide crosses that allow the introduction of the desired genes (Duvick 1989). While introgression is a useful method for introducing specific traits into a breeding population, sometimes, a comprehensive broadening of genetic base (introduction) is warranted when new genetic variability for polygenic traits is needed. This involves crossing diverse genotypes, followed by repeated selection from the resulting populations over a large number of generations in the target environment(s), that is, recurrent selection (Hallauer 1992). While numerous cross-ability barriers prevent successful genes transfer from wild species into cultivars, many of these have now been overcome (Duvick 1989) and successful transfer of alien gene into many of the cultivated crops achieved. Plant breeders have successfully developed improved varieties of these crops, especially in favourable environments, and such varieties have had a major impact on food production increases world-wide. Transfer of unique genes, such as the ones for resistance to iron toxicity in rice (Anon. 1997), pod shattering in soybean (Anon. 1998), smut resistance in sugarcane (Wada et al. 2000) have been transferred from exotic germplasm to the cultivated varieties in Nigeria today.

### **Conclusion**

It is clear that capacities for conservation need to be strengthened in a number of ways. However, it is also widely recognized that the sustainability of conservation efforts depends on maintaining collections in a cost-effective manner. Emphasis, therefore, must be on measures that improve the efficiency of conservation programmes through rationalization of efforts and the use of low-cost conservation methods. The future plant breeding efforts will depend on a continuing and expanding supply of germplasm. Thus an urgent task for the future is to conserve crops of major importance, such as wheat, rice, maize and sorghum whose variability is increasing genetic erosion, and crops that may play a role in the development of new agricultural systems (Scarasia, M. et al. 1988). Also, the evaluation of potentially valuable traits in accessions and land races that could be used directly by the farmers is important.

### **References**

- Anon. 1987. National Cereals Research Institute's Annual Report of Sugarcane, 1987, p. 89.
- Anon. 1997. National Cereals Research Institute's Annual Report of Rice, 1997, p. 90.
- Anon. 1998. National Cereals Research Institute's Annual Report of Soya bean, 1998, p. 78.
- Agboire S, Wada AC, Ishaq MN. 2000. Evaluation and characterisation of sugarcane germplasm accession for their breeding values in Nigeria. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 2000, No.124:20-22.
- Chang TT. 1985. Principles of genetic conservation. *Iowa State Journal of Agricultural Research*, 59 (4): 325-348. In: *Issues in Genetic Resources No. 2*, May, 1994.
- Cooper D, Engels J, Frison E. 1994. A multilateral system for plant genetic resources: imperatives, achievements and challenges. *Issues in Genetic Resources No. 2*, May, 1994.
- Daniel Querol. 1987. Genetic resources – A practical guide to their conservation. Zed Books Ltd., London and New Jersey, p. 252.
- Duvick D. 1989. The romance of plant breeding. *Stadler Symposium 19*: 39-54. In: *FAO 1996 Report. FAO. 1996. The Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Paper prepared for the International Technical Conference on Plant Genetic Resources Leipzig, Germany, 17 – 23 June, 1996.*
- Ford-Lloyd, Jackson M. 1986. *Plant Genetic Resources*. Edward Arnold, London U.K., p. 196.
- Gopalan HNB, Karanja WK, Taylor ARD. 1986. The Status of Germplasm Conservation: A review. *Kenya J. of Science Tech. (B)* 7 (1): 5 – 16.
- Hallauer A. 1992. Recurrent Selection in Maize. *Plant Breeding Reviews* 9: 115 – 179.
- Ng NQ. 1988. Long-term seed conservation. In: *Crop Genetic Resources of Africa Vol. 1* pp. 135-148.

- Scarascia Munozza GT. 1984. La fame nel mondo, il problema scientifico e organizzativo, non emotivo. In: Biotechnology: Enhancing Research on Tropical Crops in Africa, pp. 99 – 104.
- Scarascia M, Porceddu, De Pace. 1988. Genetic resources and modern agriculture. In: Biotechnology: Enhancing Research on Tropical Crops in Africa, pp. 99 – 104.
- Qualset P, Zanatha AB, Brusa SB. 1996. Locally based crop plant conservation. In: Maxted N, Ford-Lloyd BV, JHankes G. (eds). Plant Genetic Conservation: The *In situ* approach.
- Wada AC. 1999. Some important diseases and pests of sugarcane in Nigeria and their control. Outlook on Agriculture 26(2): 101-105.

## Empowering farmers for seed multiplication and distribution in West Africa

N.G. Maroya<sup>1</sup>, W. Bertenbreiter<sup>2</sup>, E. Asiedu<sup>3</sup>, A.O. Sanni<sup>4</sup>

<sup>1</sup> West Africa Seed and Planting Material Network (WASNET)/International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Accra, Ghana

<sup>2</sup> West Africa Seed Project (WASDU)/German Technical Cooperation (GTZ)

<sup>3</sup> Crops Research Institute (CRI)/Ghana Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)

<sup>4</sup> West Africa Seed Project (WASDU)/German Technical Cooperation (GTZ)

### Abstract

The West Africa Seed and Planting Material Network (WASNET) is funded by the German Government through the German Technical Cooperation (GTZ), implemented and coordinated by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and operating under the umbrella of the West and Central Africa Council for Agricultural research (CORAF/WECARD). WASNET is part of the project "Promotion of Seed Production and Marketing in West Africa" which is supporting the formal seed sector through annual local subsidies contracts (seven countries) for root and tuber planting material multiplication and training and the informal seed sector through community-based seed multiplication at the farmers' level. The seed network is also assisting in creating a national seed stakeholders' network. On the average, each farmer participating in the community seed multiplication sells seeds to 24 other farmers per year (case of soybean in Ghana) and up to 132 other farmers per year (case of cowpea seed in Nigeria). Productivity has increased for farmers participating in the project. In 2002-2003, more than 1500 farmers in 105 villages in Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinea, Ghana, Chad and Togo were trained on cassava and yam multiplication. In 2003 three national seed producers' associations were officially launched in Guinea, Mali and Niger through the assistance of the seed project.

### Introduction

The "Promotion of Seed Production and Marketing in West Africa", is a project funded by BMZ through GTZ, and is currently in its third phase. During its first (orientation) phase from April 1996 to September 1998 the seed sector analysis was done for many countries and some community-based seed multiplication was initiated in others to empower the farmers. The commitment of the National Seed Services and the regional organizations after the progress review of this orientation phase has recommended a second phase. The second phase of the seed project known as West Africa Development Unit (WASDU) was from October 1998 to September 2001. During the second phase, community-based seed multiplication was strengthened for root and tuber crops (yam and cassava) in Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinea, Chad and Togo. A seed plant facility was set up in Kumasi inside the Crops Research Institute of the Ghana Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). Many training workshops (national and regional) were organized for public and private technicians and the seed producers. One of the key achievements of the project during the second phase was the support for the initiation of a regional seed network. Representatives of nine countries in West Africa (Benin, Burkina Faso, Gambia, Ghana, Ivory Coast, Niger, Nigeria, Mali and Togo), private seed enterprises, and IITA attended the network's foundation meeting.

The third phase of the project (October 2001 to September 2006) was to allow IITA to implement WASNET and enhance its ability of carrying out its activities in the region.

To maximize efficiency in the use of resources and to help ensure adequate seed and planting material supply, WASNET has the following immediate objectives:

- To promote cooperation, exchange and sharing of information among member countries;
- To support the seed sector development in member countries;

- To standardize seed production, marketing and quality control in member countries;
- To promote regional seed trade and use of quality seed and planting material in member countries.

This communication will present some of the activities conducted by the project and the network during these three phases to empower seed producers to multiply and distribute seed in West Africa.

### ***Community-based seed multiplication for legume crops: case of soybean in Northern Ghana and cowpea in Northern Nigeria***

#### **Materials and methods**

The programme was initiated in 1995 with financial support from WASDU and the United States Agency for International Development (USAID); technical assistance, however, came from IITA and the Kano State Agricultural and Rural Development Authority in Nigeria (KNARDA), the Savannah Agricultural Research Institute (SARI) of Ghana, the Crops Research Institute of Ghana, Ministry of Food and Agriculture (MOFA).

In Ghana, 5 kg packages of a cream-seeded soybean variety (Salintuya 1) were initially supplied to 30 nucleus farmers (each working with ten other farmers) in six villages within two districts of the northern region. After harvest, 5 kg of seed was collected from each farmer and redistributed to new farmers in other communities during subsequent years.

In Nigeria (Kano State), 300 g of a preferred white-seeded cowpea variety (IT90K-277-2) were initially distributed to 20 nucleus farmers in the Kano State to multiply two times and also to produce enough seeds to initiate the project. From the second harvest, 5 kg were collected from each farmer for redistribution to new farmers during subsequent years.

The farmers engaged in this scheme were directly supervised by extension officers, who also provided technical services and linkage opportunities to agro-input dealers.

An impact assessments survey was conducted in 2001 to determine socio-economic impact on the nucleus farmers and to other seed producer farmers involved in the processes.

For this assessment, random samples of communities participating in the project were taken from Ghana and Nigeria and interviewed, using questionnaires. Collaborating extension officers in the respective countries provided the lists of farmers' groups involved in the programme. From the list, communities who participated in 1999 and 2000 included 20 in Ghana for soybean and 50 in Nigeria for cowpea. Random samples of 12 communities each from Ghana and Nigeria were interviewed. Each community comprised an average of 10 farmers.

#### **Results and discussion**

The number of farmers who purchased improved seeds from the community-based seed multiplication system in Ghana showed increases from 187 (in 1998) to 394 (in 1999). In Nigeria, an increase from 1337 to 1922 was observed within the same period. A decline in seed purchases to 1485, however, occurred in 2000 since most farmers had already acquired cowpea seeds.

Farmers who acquired soybean seeds free from the community seed producers in Ghana also showed an increase from 59 (in 1998) to 439 (in 1999) and, thereafter, declined to 10 in 2000 for a reason explained earlier. In Nigeria, the numbers supplied with free cowpea seeds were 173, 220 and 182 in 1998, 1999 and 2000 respectively. On the average, each farmer participating in the project sold soybean seeds to 24 other farmers in Ghana per year and in Nigeria cowpea seeds were sold to 132 other farmers (Table 1). In addition, 14 other farmers in Ghana and 16 in Nigeria received improved seeds free from each of the community-based seed producers. Farmers who were supplied with seed from this system observed 90% increases in crop yield in Ghana and 94% in Nigeria. The saturation of the communities with improved seeds within four years is a clear manifestation of the efficiency in the community-based seed multiplication system.

Increased productivity was observed in both the farmers participating in the system and farmers who acquired seeds from it. Their field management skills had also improved. The



in Ghana and cowpea in Nigeria; the minimum germination standard for soybean and cowpea in Ghana is 75% (Ocran et al. 1998). The high percentages observed were caused by the adoption of improved cultural and seed storage practices and effective technical supervision.

Table1: Sale of community seeds

Year	Number of farmers sold to	
	Ghana (Soybean)	Nigeria (Cowpea)
1998	187	1337
1999	394	1922
2000	Not available	1485
Total	581	4744
Mean per year	291	1581
Mean per farmer per year	24	132

Table 2: Farmers supplied with free improved seeds by community seed farmers

Year	Number of farmers supplied free	
	Ghana (Soybean)	Nigeria (Cowpea)
1998	187	1337
1998	59	173
1999	439	220
2000	10	182
Total	508	575
Mean per year	169	192
Mean per farmer per year	14	160

Table 3: Previous and current yields in farmers' fields

Year	Impact of community seed on productivity	
	Ghana (kg/acre)	Nigeria (kg/acre)
Previous years	315.6 kg	255.6 kg
Current year	600 kg	495.6 kg
Difference	284.4 kg	240kg
Current over previous yields	90.1%	93.9%

area under cultivation of soybean had increased significantly in Ghana from 0.8 ha to about 1.1 ha per farmer but in Nigeria, these areas had not increased significantly. Sixty-four percent of the farmers in Ghana and 100% in Nigeria indicated increases in the quantity of their produce. The incomes of between 73% -100% farmers increased from sales of their produce.

The high adoption rate observed within the first four years of the project was the result of the introduction of preferred crop varieties and effective supervision offered by research personnel and extension officers; these observations were in line with similar ones made in Kenya in the introduction of pigeon pea to farmers. (Muli et al. 1997). The germination percentages of seeds produced by farmers in the two countries were 97% and 94% for soybean

Table 4: Use of extra income derived from sales of seed: Material Style of Life (MSL)

Item	Impact on farmers' welfare	
	Ghana (%)	Nigeria (%)
Goats/sheep/cow	45.5	100
Mattress	10.0	47.7
Bicycle	9.1	50
Furniture	0	47.7
Sound system	0	50
Poultry	0	50
Motor cycle	0	25
Vehicle	0	8.3
Built house	10	25
Television set	0	16.7

Table 5: Usefulness of community seed multiplication

Practice	Ghana (%)	Nigeria (%)
Have easy access to improved varieties	100	83.3
Save time in purchasing seeds	100	75
Select good seeds	100	75
Where to get seed	91.7	75
Type of improved seeds	72.7	83.3
Receive extension advice	91.7	91.7
Improve interaction with farmers	100	83.3
Provides cheaper seeds	100	91.7
Helped to expand farm	54.5	75
Facilitated credit acquisition	18.2	0
Increased credit worthiness	63.6	33.3
Obtain extra income	81.8	100

### Conclusions and lessons

On linkages, the farmers agreed that the system had helped them to get ready access to improved seed, facilitated credit acquisition, and taught them where to obtain the right agro-inputs. It also enhanced their interaction with agricultural extension officers and helped them expand their farms, resulting in significant increases in incomes generated. In Ghana the scheme started in one region in 1995 and had covered three regions in the northern Savannah zones by 1999 with corresponding increases in number of districts, villages, farmers and quantities of seed produced. The inability of some farmers to expand their fields was attributed to lack of land tilling machinery.

These farmers used part of their extra income to purchase household needs and part was invested in animal production. The benefits were more visible in Nigeria where farmers had high incomes from the vibrant commercial activities in Kano State, which is an international grain market in West Africa. The remaining part of the income was used to pay children's school fees, hospital bills, and meeting other social obligations.

In Nigeria, the commercial value of the new white-seeded cowpea variety stimulated its extensive adoption. Farmers' main concern was the high cost of insecticides although they recognized the importance of using insecticides to improve cowpea cultivation.

## **Community-based multiplication of cassava and yam**

### **Specific objectives**

- To promote the availability of the planting materials of improved varieties of yam and cassava through training of producers and extension agents in advanced technologies of multiplication of these crops and community-based multiplication programmes;
- To increase the utilization of improved and disease-free planting materials varieties of cassava and yam to improve farmers' income and livelihoods;
- To assist in establishing the production of planting materials for yams and cassava in the region, as a sustainable business system to increase farmers' income and contribute to poverty reduction.

### **Material and methods**

The community-based multiplication of root and tuber crops (yam and cassava) started in 1999 with the introduction of elite materials from IITA-Ibadan that NARS scientists had evaluated and selected. The most adapted of these varieties were tested in farmers' field of each partner country through on-farm-adaptive trials/testing (OFATS). OFATs have been conducted with farmers who have contributed to the selection of varieties that are most adapted to their farming systems and uses.

Since the planting material was the most important constraint to the development of root and tuber crops, it has become necessary to introduce community-based multiplication technologies for producing of planting materials of yam and cassava in selected farmers' fields. These technologies for seed yam production using the mini-set technique and rapid multiplication technique with two nodes cuttings of cassava were conducted in Benin, Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Chad, Ghana, Guinea and Togo. The National Research Institute (NRI) supervised the activities in each country through a yearly contract for local subsidies. Two manuals produced by IITA, the first titled "Improved production of seed yam" published in 2001 (ISBN 978-131-201-7) and the second "Rapid multiplication of cassava" (ISBN 978-131-133-9) were adapted to the farmers' conditions in each country. The procedures described in these manuals are used for training of farmers and extension agents in the implementation of community-based multiplication programmes (CBMPs) for increasing planting material of cassava and yam.

### **Results and discussions**

The results shown in Table 6 below are obtained on-farm for seed yam multiplication in Ghana with two yam varieties (Dente and Matches). Eighteen farmers from four villages in the district of Ejura, Ghana were involved. Preparation of mini-sets was carried out in each village together with participating farmers and the village extension officer.

Table 6: Improvement of yield in farmers' fields from year to year in Ghana

Varieties	Year 2001			Year 2002		
	Tuber weight (g)	Tuber per ha	Yield t/ha	Tuber weight (g)	Tuber per ha	Yield t/ha
Matches	375	42,672	16.25	359	57,442	20.78
Dente	125	17,000	2.39	223	25,327	5.77
Mean	250	29,836	9.32	290	41,385	13.27

### **Support to creation of national seed associations**

Another strategy by the West Africa Seed and Planting Material Network (WASNET) of the IITA/ GTZ Seed Project aims to assist the private professionals of seed (producers, dealers etc.) to form a national seed association.

Out of the twelve member countries of the network, eight have a national seed association. Three associations in Guinea, Niger and Mali were launched in 2003 (Figures 4 and 5).





Figure 1: Interactions with farmers for seed yam production



Figure 2: On-farm rapid multiplication of cassava

Farmers and the Extension Directorate organized a farmers' field day to document the rapid multiplication through the mini-set technique. As shown in the pictures below the actors of the field day were seed yam farmers. A video documentation was recorded for training.



Figure 3: Farmer to farmer training through field days

Table 7: Farmers, extension agents and locations/villages involved in CBMPs up to December 2003

Country	Crop	Number of locations/villages	Number of people trained		
			Farmers	Extension	Total agents
Benin	Cassava, yam	22	1230	24	1434
Burkina Faso	Cassava, yam	32	125149	1921	144170
Chad	Cassava, yam	61	30053	62	30655
Cote d'Ivoire	Cassava, yam	52	5013	52	5515
Ghana	Yam	5	52	10	62
Guinea	Cassava, yam	54	8156	154	9660
Togo	Cassava, yam	3832	364283	3125	395308
Total		105	1568	146	1714



Figure 4: Participants of the workshop for the official launching of APIDIA in Conakry, Guinea



Figure 5: Participants of the workshop for the official launching of ASSEMA in Bamako, Mali

### Conclusions and recommendations

The IITA/GTZ Seed Project has empowered individual seed producers in their respective community by providing the opportunity to incorporate new improved varieties of crops in their production system. However, there is need to review the process at regional and national levels for extension under the supervision of the extension officers in close collaboration with the seed service officers.

In northern Nigeria a new project funded by the United States International Development (USAID) on cowpea multiplication in three states has adopted the community-based seed multiplication approaches.

For root and tuber crops (yam and cassava) the project activities have contributed to the development and financing of national projects in Ghana (Root and Tuber Improvement Program (RTIP)); in Benin (Programme de Développement des Racines et Tubercules (PDRT)); in Burkina Faso and in Chad, the FAO Lead Cassava Development Projects, etc.

### References

- Almekinders C, Louwaars N. 1999. Improving Local Seed Systems. In: *Farmers' Seed Production: New Approaches and Practices*. (Almekinders, C. and Louwaars, N. eds.). pp 33-58. Intermediate Technology Publications, London.
- Andreas W. Ebert, Kouboura Djinadou Igue. 2000. Igname et la pomme de terre en Afrique de l'Ouest. Actes d'un atelier sous régional sur l'igname et la pomme de terre tenue du 7 au 8 Juin 2000 à Ina, Bénin.
- Dankyi AA, Asiedu E, Maroya NG. 2000. Impacts of support to community-based seed production project in Ghana, Togo and Nigeria. IITA/GTZ/WASDU consultancy report.



- Ghana Grains Development Project, GGDP. 1995. Annual Report. *Ghana Grains Development Project, Crops Research Institute*, Kumasi, Ghana. 136 pp.
- Muli JM, Omanga PA, Jones RB. 1997. Farmer-to-Farmer Seed Supply: A Case Study of Pigeon pea Seed Distribution in Kenya. In: *Alternate Strategies for Smallholder Seed Supply*.
- Maroya NG, et Kouboura Alice Djinadou Igue. 2001. Actes d'un atelier regional sur le manioc tenu à Lomé, Togo du 11 au 12 Septembre 2001.
- Maroya NG, Wolfgang Bertenbreiter. 2002. Proceeding of the First General Assembly of the West Africa Seed and Planting Material Network (WASNET) held in Banjul, The Gambia from 22 to 24 January 2002.
- Ocran VK, Delimini LL, Asuboah RA, Asiedu EA. 1998. *Seed Management Manual for Ghana*. 60 pp. DFID, Publication, United Kingdom.
- Root and Tuber Improvement Programme—RTIP. 2000. Strategies for Planting Material Multiplication and Distribution for Cassava. Minutes of a Mini-Workshop to Develop Strategies for Enhanced Multiplication of Cassava Planting Material. Kumasi, June 2000. 9 pp.

## Utilisation et stratégies de conservation de *Moringa oleifera* Lam (nebedaay en ouolof) un légume feuille d'avenir au Sénégal

M. Diouf<sup>1</sup>, M. Gueye<sup>2</sup>, B. Faye<sup>1</sup>, O. Dieme<sup>3</sup>, C. Lo<sup>1</sup>, D. Gningue<sup>3</sup>, C.O. Ba<sup>1</sup>, T. Ba<sup>1</sup>, Y. Niang<sup>1</sup>, Ba. M. Diao<sup>1</sup>, A. Tamba<sup>1</sup>, A.A. Mbaye<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA)

<sup>2</sup> Institut Fondamental d'Afrique Noire Cheikh Anta Diop (IFAN-UCAD)

<sup>3</sup> Institut de Technologie Alimentaire

### Résumé

Le nebedaay (*Moringa oleifera* LAM) est le deuxième légume feuille le plus important au Sénégal après le bisaab (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Diouf et al. 1999). Il a été rapporté que pour un enfant de 1 à 3 ans, une cuillerée à soupe pleine (8 g) de poudre de feuilles séchées satisfera 14 % de ses besoins en protéines, 40 % de ses besoins en fer et en calcium et tous ses besoins en vitamines (Fuglie et Mane 1999). La commercialisation des sachets en poudre à raison de 25 F CFA l'unité permet de générer des revenus. En dépit de son importance alimentaire et économique, il fait l'objet de peu d'attention par la recherche et les utilisateurs. Il pourrait être considéré comme une espèce menacée de disparition notamment dans certaines localités du pays où il faut marcher une dizaine de kilomètres pour avoir des feuilles. Dans le souci de mieux comprendre les différents usages du nebedaay et sa place dans les systèmes de production, grâce à l'appui financier de Bioversity, des missions de prospections, des visites de marchés, des rencontres avec des tradithérapeutes et des enquêtes scio-économiques ont été menées à travers le Sénégal. Une expérimentation visant à évaluer le potentiel de production de 6 provenances (MCDH, Mkothiary, Mtamba, Mthiomby, Mdiourbel et MAVRDC) a été également conduite à la station de ISRA-CDH et des stratégies de conservation initiées dans un site pilote.

Les résultats obtenus ont montré que 23 accessions sont conservées dans les herbiers de l'IFAN-UCAD. L'espèce était abondante dans les jardins indigènes à Dakar dans les années 1882 et était consommée sous forme de sauce accompagnant le couscous ou « thiéré Mboumou nebedaay ». La principale source d'approvisionnement en feuilles est la cueillette à l'exception d'une localité (village de Thiomby) où il occupe la 14<sup>ème</sup> place parmi les espèces cultivées. C'est ainsi que le village de Thiomby a été pris comme site pilote. Les principales contraintes de production dans cette localité sont les ennemis de culture, l'accès à des semences de qualité et la non maîtrise des itinéraires techniques. Les feuilles produites sont vendues à raison de 100 F CFA le kg et la fréquence de consommation serait de 3 fois par semaine. En plus de son importance alimentaire et économique, le nebedaay possède des vertus médicinales. Certains tradithérapeutes rencontrés ont rapporté que cette espèce soignerait près de 6 maladies et d'autres affirment qu'elle possède 313 vertus chacune étant le contraire de l'autre (Diouf et al., 1999). L'évaluation du potentiel de production des six (6) provenances en station a montré que les deux provenances MAVRDC suivie de MThiomby semblent être supérieures aux autres. Ces meilleures provenances présentent également les meilleurs index de récolte et de taux de matière sèche. Le coefficient de conversion des feuilles séchées (à l'ombre) en poudre varie de 70 à 80 % pour l'ensemble des provenances. Ce coefficient de conversion va permettre de déterminer le nombre nécessaire de pieds de nebedaay par village pour satisfaire les besoins en poudre. Afin d'accroître la disponibilité et l'accessibilité des feuilles, des tests de hauteurs de coupe (2 m, 1,75 m, 1,5 m et 1,25 m) ont été effectués sur la provenance MCDH. La coupe à 1,25 m semble produire plus de rejets et de feuilles que les autres. La caractérisation des différentes provenances a montré que la provenance MAVRDC qui semble être la plus précoce et parmi les plus productives pourrait être utilisée dans les futurs parcs à nebedaay à mettre en place dans le site pilote pour la production de feuilles et de semences. L'analyse des différents paramètres mesurés a révélé que les provenances MCDH, MAVRDC et Mdiourbel sont homogènes alors que Mtamba, Mthiomby et Mkothiary montrent une certaine dissimilarité à

l'intérieur de la provenance ce qui laisse présumer l'existence d'une variabilité intraspécifique. Dans le cadre des stratégies de conservation, dans le site pilote de Thiombly, unique localité de culture de l'espèce, des sessions de formation aux techniques de production de plants ont été organisées avec l'appui financier du DMP. Les deux mille cinq cents (2 500) plants produits selon une approche participative seront distribués dans les villages à raison de 3 pieds par carré et ce, en conformité avec certaines considérations socioculturelles rapportées « Plus de trois (3) pieds de nebedaay dans une maison est source de malheurs ». En perspectives des parcs à nebedaay seront installés dans le site pilote, des jardins communautaires avec comme brise vent le nebedaay et des pépinières de plants seront produits et distribués. Ces jardins communautaires serviront de champs école paysanne « farmer Field school ». L'élaboration de documents didactiques et l'utilisation des médias permettront de mieux diffuser les acquis et de sensibiliser les autorités sur l'importance de l'utilisation et de la préservation de l'espèce pour les générations actuelles et futures.

### **Introduction**

Cinquante quatre pour cent (54 %) des ménages sénégalais vivent en dessous du seuil de la pauvreté (QUID 2001). Les spécialistes estiment qu'en 2015, 50 % de la population sénégalaise vivra en dessous de ce seuil. Les femmes et les enfants en milieu rural et en banlieue des grandes villes seront les plus touchés. Les légumes feuilles traditionnels bien adaptés à nos conditions agro-écologiques, faciles à produire et peu exigeants en intrants restent une alternative à la portée de ces populations vulnérables. Ils donnent un rendement plus élevé dans un délai relativement court par rapport aux céréales et sont beaucoup plus riches en vitamines et sels minéraux que la plupart des légumes dits européens (Westphal et al. 1987).

Parmi les légumes feuilles traditionnels les plus populaires au Sénégal, nous avons entre autres *Hibiscus sabdariffa* L. (bisaab en Ouolof), *Moringa oleifera* LAM (nebedaay), *Senna obtusifolia* L (nduur), *Leptadenia hastata* Decne (caxat), *Amaranthus* spp. (mboro-mboro) et *Vigna unguiculata*. Le nebedaay est le deuxième légume feuille le plus important au Sénégal après le bisaab. C'est un arbre originaire de la région nord de l'Inde. Il pousse actuellement partout dans les régions tropicales et subtropicales. Il supporte une large gamme de types de sols et de conditions pluviométriques. La pluviométrie annuelle minimale requise est estimée à 250 mm, avec une moyenne maximale de 3000 mm. La température idéale se situe entre 25 et 35°C. C'est un arbre à usages multiples (nutritionnel, médicinal, artisanal, etc.). Les feuilles fraîches et sèches sont utilisées au Sénégal dans un plat appelé « Cerey mboumou nebedaay en ouolof » (sauce à base de feuilles de nebedaay consommée avec le couscous). Il a été rapporté que pour un enfant de 1 à 3 ans, une cuillère à soupe pleine (8 grammes) de poudre de feuilles séchées satisfera 14 % de ses besoins en protéines, 40 % de ses besoins en fer et en calcium et tous ses besoins en vitamine A. Trois cuillères à café de poudre de feuilles séchées ajoutées aux plats de riz, aux soupes et aux différentes sauces juste avant de servir n'ont pas une grande influence sur le goût de la sauce et tous les repas apporteront une bonne nutrition à la famille. Des propriétés antimicrobiennes des graines et racines du nebedaay ont été rapportées (Pham 2004). Un sachet de 100 g de poudre est vendu à 25 FCFA (Fuglie et Mane 1999). Les gousses séchées et les graines commencent à être commercialisées au Sénégal. Le prix moyen du kg de feuilles fraîches s'élève à 100 F CFA. De ce fait on peut dire que ce légume feuille constitue une source de revenus non négligeables (Diouf et al. 1999) pour les producteurs et les populations.

En dépit de son importance alimentaire et économique, ce légume feuille fait l'objet de peu d'attention par la recherche, les ONGs et les utilisateurs, malgré que dans certaines localités du Sénégal, les femmes marchent sur des distances pouvant atteindre 10 km pour chercher des feuilles (Fuglie et Mane 1999).

Dans le souci de mieux comprendre les différents usages de ce légume feuille et sa place dans les systèmes de production, des missions de prospections et des enquêtes diagnostiques ont été réalisées à travers le Sénégal. Afin d'accroître la disponibilité des feuilles (fraîches et sèches) et de la poudre, des études ont été menées sur l'évaluation du potentiel de production et des modes de production de six (6) provenances. L'analyse de la diversité intra-spécifique a

été faite pour identifier les meilleures provenances à intégrer dans les stratégies de conservation à proposer.

## **Methodologie**

### **Prospections et enquêtes diagnostiques**

Deux missions de prospection ont été effectuées en saison sèche à travers le Sénégal. Un inventaire des accessions contenues dans les herbiers de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN) et du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD), des rencontres avec les commerçants et tradi - thérapeutes et deux missions d'enquêtes socio-économiques ont été organisés dans deux villages pilotes incluant Thiombly. Une équipe multidisciplinaire composée d'un socio-économiste, ethnobotaniste, sélectionneur, agronome et d'un technologue alimentaire a séjourné pendant 10 jours à l'intérieur du pays pour chacune des missions de collecte. Le guide de collecte de l'Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) (AVRDC 2002a) a été adapté et utilisé comme support lors de chaque mission. Les missions d'enquêtes socio-économiques ont été menées par une équipe multidisciplinaire dans les villages de Keur Pathé Kane à MBORO et de Thiombly Sérère à KAOLACK. Elles ont duré chacune 8 jours, la méthode accélérée de Recherche Participative (MARP) a été l'outil utilisé.

### **Evaluation du potentiel de production**

Le matériel végétal utilisé est composé de six (6) provenances de nebedaay (MCDH, MTamba, MKothiary, MDiourbel, MThiombly et MAVRDC). L'expérimentation a été conduite au Centre pour le Développement de l'Horticulture (CDH) de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Le site CDH est caractérisé par un sol sableux (95 % de sable) pauvre en matière organique. La parcelle d'essai a été labourée et nivelée manuellement. De la fumure organique de fond et minérale de fond ont été apportées à raison de 1 kg / m<sup>2</sup> de poudre d'arachide et de 30 g / m<sup>2</sup> de NPK (10-10-20). Le Carbofuran (2,5 g / m<sup>2</sup>) et le Deltaméthrine (1 ml / litre de solution) ont été utilisés pour contrôler respectivement les termites et les insectes. La fumure minérale de couverture a été apportée (20 g / m<sup>2</sup>) au 30<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> jours après semis (jas) (Beniest 1987).

Le semis a été fait le 26 mai 2003 en poquets disposés en doubles lignes. Trois (3) graines ont été semées par poquet. Les plants sont espacés de 50 cm sur la ligne et 50 cm entre plants de doubles lignes. Les doubles lignes sont espacées de 1 m. Le démariage a été fait 42 jas et un plant a été laissé par poquet. Les paramètres du développement végétatif (poids feuilles entières, poids limbe, index de récolte, poids feuilles séchées, taux de matière sèche etc.) ont été mesurés sur les plants issus du démariage. Les paramètres du développement floral et de production ont été mesurés sur un échantillon de 3 pieds pour chacune des six (6) provenances à 79 et 113 jas. La précocité des différentes provenances a été évaluée. Elle consistait à déterminer pour chaque provenance, le pourcentage de pieds ayant des fleurs par rapport au nombre total.

L'évaluation du potentiel de production consistait à prélever un échantillon de 3 pieds par provenance. Cinq (5) feuilles bien développées, choisies à partir de la troisième feuille du sommet vers le bas ont été prélevées sur chaque pied. Le poids total des 5 feuilles fraîches (folioles + nervures principales et secondaires) a été évalué pour chaque provenance, le rendement biologique (RB), le rendement économique (RE) et l'index de récolte [(RE/RB)\*100] ont été calculés. Les feuilles ont été débarrassées de leurs nervures principales et secondaires) et les limbes frais pesés. Un échantillon de folioles fraîches de 20 g a été prélevé et séché (à l'abri des rayons solaires) à la température ambiante du laboratoire ( $\pm 24$  °C) pendant 7 jours et le taux de matière sèche déterminé par pesage (Balance électronique Marque SARTORIUS de portée 600 g).

Dans le souci d'évaluer la quantité de feuilles sèches nécessaire pour satisfaire les besoins en poudre des enfants, un test de calcul de coefficient de conversion des feuilles séchées en poudre a été effectué sur les 6 provenances. Ce test consistait à prélever 5 feuilles bien développées et à récolter les limbes. Le limbe ainsi récolté est pesé puis séché au laboratoire à



la température de 24 °C. A l'état sec, le limbe est pilé à l'aide d'un mortier et d'un pilon puis tamisé. La poudre ainsi récoltée est pesée. Le calcul du coefficient de conversion consiste à faire le rapport du poids de la poudre obtenue au poids sec des feuilles et le tout exprimé en pourcentage [(Poids poudre / poids sec) x 100].

### **Etude des modes de production et des stratégies de conservation**

Il existe plusieurs modes de production de feuilles: La production à partir des jeunes plants issus de semis direct des graines de nebedaay en pépinière et les feuilles de jeunes pieds issus du démariage à 42 jours après semis. Le développement de rejets à partir des pieds coupés est une source de production de feuilles. Les pieds âgés constituent également une source de feuilles. Cependant, Il a été rapporté que la récolte progressive des feuilles de la partie inférieure des pieds rendrait leur accès de plus en plus difficile et réduirait considérablement la production. La taille des pieds favorise le développement de rameaux secondaires et l'accroissement de la production en feuilles. C'est ainsi qu'un test de hauteur de coupe a été effectué sur des pieds âgés de 180 jours à la station de l'ISRA-CDH. La provenance MCDH a été utilisée. Les graines ont été semées par bandes de 10 pieds répétées 4 fois. Les pieds sont distants de 35 cm sur la bande et 35 cm entre les bandes. La parcelle de semis avait comme précédant cultural le bisaab. Le suivi consistait tout simplement à apporter de l'eau d'irrigation et aucune fertilisation minérale ou organique n'a été apportée. Les hauteurs de coupe testées sont 1,25 m, 1,50 m, 1,75 m et 2 m du sol. Chaque hauteur de coupe a été répétée une et une seule fois par bande (ou bloc).

Afin d'identifier les meilleures provenances à utiliser dans les stratégies de conservation, la clé de l'AVRDC (AVRDC, 2002b) a été adaptée et utilisée pour la caractérisation des différentes provenances. A cet effet, les paramètres du développement végétatif, floral et de production (diamètre, hauteur, nombre de feuilles, taux de floraison, date d'apparition des premières fleurs) poids des feuilles fraîches, taux de matière sèche, index de récolte et coefficient de conversion ont été déterminés à différentes dates (42, 79 et 113 jas). Les caractéristiques de la production (longueur, diamètre, poids et nombre de graines par fruit) à 150 jas. L'analyse de ces différents paramètres en utilisant le Logiciel d'analyses statistiques multivariées (R) a permis d'obtenir un daisydendrogramme pour les caractères qualitatifs (couleur, goût à l'état cru, odeur des feuilles, couleur pétiole, couleur et odeur fleurs, couleur fruit avant maturité) et un quantidendrogramme pour les caractères quantitatifs. Le daisydendrogramme permet de déterminer le coefficient de dissimilarité entre les provenances ou les pieds qui composent chacune d'elles et le quantidendrogramme la distance euclidienne qui sépare les pieds ou les différentes provenances.

Les stratégies de conservation ont porté sur le renforcement de capacité par l'organisation d'une session de formation participative de production de plants. Cette formation a touché 40 producteurs. Deux mille cinq cent plants (2 500) ont été produits et distribués dans le village de Thiombly et ceux environnants.

### **Résultats et discussion**

#### **Prospections et enquêtes diagnostiques:**

Cinq (5) accessions de nebedaay ont été collectées durant les missions de prospections menées à travers le pays et une introduite de l'AVRDC. L'inventaire des échantillons de nebedaay dans les herbiers de l'IFAN et du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta DIOP (UCAD) a révélé 23 accessions dont 14 collectées au Sénégal et 9 dans la sous région. Les informations contenues dans les échantillons conservés ont montré qu'en 1936 le nebedaay était abondant dans les jardins « indigènes » à Dakar. Ces informations ont été confirmées par Derrien (1882). A Thiès en 1935, les « indigènes mangeaient les feuilles dans le couscous ». En milieu Ouoloff, il portait le nom de « tamarinier blanc » (dakhhar toubab).

Certains tradi - thérapeutes rencontrés au Sénégal ont rapporté que cette espèce soignerait près de 6 maladies et d'autres affirment qu'elle possède 313 vertus. Les 313 vertus se répartissent comme suit: 111 au niveau des feuilles, 11 sur les fleurs, 92 au niveau des écorces et 99 dans les racines. La recommandation aux diabétiques de consommer des feuilles de nebedaay et



l'efficacité du suc des feuilles fraîches et/ou des fleurs contre la conjonctivite ont été également rapportées. L'utilisation des amandes à raison de 3 par jour pendant 3 mois permettrait d'éradiquer complètement le rhumatisme.

L'analyse de l'importance de la consommation, de la culture, de la cueillette et de la commercialisation à travers les différentes localités (figure 1) permet faire un certain nombre d'observations: le nebedaa est seulement cultivé dans une localité parmi celles visitées (Thiomby) où il occupe la 9<sup>ème</sup> place. La cueillette est relativement importante à l'exception de Fatick où elle occupe la 14<sup>ème</sup> place et dans une moindre mesure Matam (5<sup>ème</sup> place) et Bakel (4<sup>ème</sup> place). Ces deux dernières localités sont des zones où la consommation est faible alors que Fatick est une zone par tradition de consommation de feuilles de cette espèce. Cependant la rareté de ce légume à Fatick a complètement réduit la consommation. Il est certes commercialisé dans beaucoup de localités mais le faible rang qu'il occupe est lié en grande partie soit aux habitudes de consommation des populations ou à l'indisponibilité du produit. Cette rareté est liée à la surexploitation des quelques pieds trouvés çà et là dans les villages. Les cycles de sécheresse ont également contribué à la réduction des pieds de nebedaa dans certaines localités auxquelles s'ajoutent le déficit de production de l'espèce et des considérations socioculturelles. Il a été rapporté lors de nos missions que « Plus de trois (3) pieds de nebedaa dans une concession est source de malheurs ».

De façon générale, le nebedaa n'est pas largement cultivé au Sénégal et il n'existe pas de parcelle en culture pure. Les agriculteurs intéressés l'utilisent comme brise vent ou comme haie vive autour des parcelles de production de légumes (manioc, gombo, aubergine, etc.). Dans certains cas, ils plantent 1 à 2 pieds dans leur concession sans aucun suivi. L'approvisionnement en semences se fait par l'auto production ou par la collecte de semences sur des pieds du village. La conservation des semences se fait en utilisant les gousses mures sèches ou les graines dans des contenants permettant la circulation de l'air le tout gardé dans une chambre relativement fraîche.

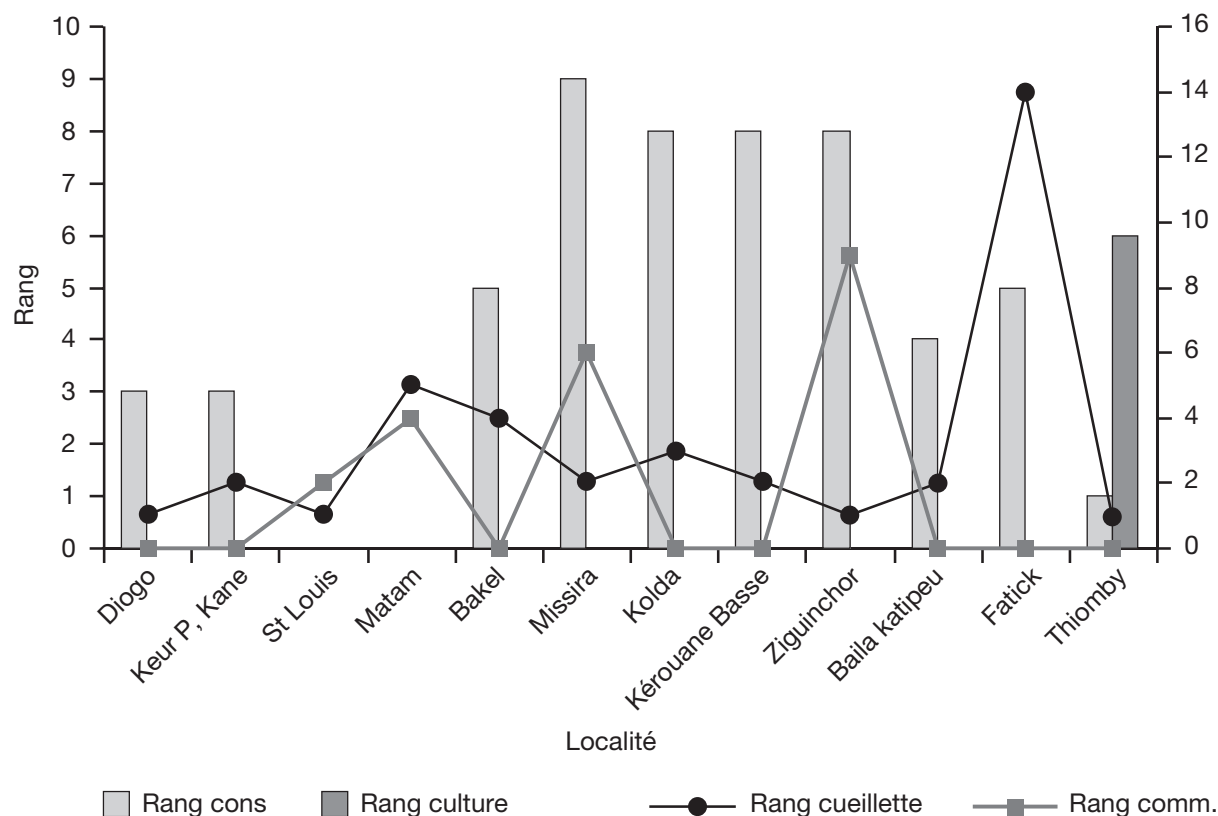


Figure 1: Valorisation du nebedaa dans 14 localités du Sénégal (Rang comm = rang commercialisation; rang cons = rang consommation)

La propagation se fait en hivernage en semis direct à raison d'une graine par poquet. Les écartements entre les plants sont estimés à 1, 5 m. Le nombre de coupes est de 3 fois par an pour une parcelle en pleine production. Les feuilles sont séchées au soleil sur une bâche pendant 3 à 4 jours avant leur mise en sacs. Ce séchage au soleil entraîne une déperdition de la vitamine A de l'ordre de 50 % (Delisle et al. 1997). Après séchage, elles sont vendues à 1000 FCFA la bassine. Les principales contraintes de production sont liées aux attaques de termites, de chenilles d'insectes, et de la mineuse des feuilles (*Liriomyza trifolii*) qui pullule pendant la saison des pluies.

### Evaluation du potentiel de production

L'analyse de la précocité des 6 provenances de nebedaa y a montré que la provenance MAVRDC semble être la plus précoce, suivie de loin par MDiourbel, MKothiary et MThiomby (Figure 2). Les provenances MCDH et MTamba sont les plus tardives. Alors que celles tardives sont les préférées des producteurs de feuilles, car elles permettent une plus longue période de récolte des feuilles. Les provenances MAVRDC et MThiomby semblent présenter un poids total de feuilles (respectivement de 5,8 kg et 6,4 kg) et un poids de limbes (respectivement de 3,4 kg et 3,7 kg) supérieurs aux autres provenances. Elles auraient des potentiels de productions de feuilles supérieurs. Même si les deux provenances MAVRDC et MThiomby présentent un index de récolte (respectivement 59 et 60 %) et un taux de matière sèche relativement supérieurs (31 et 30 %), les 6 provenances semblent disposer de bons potentiels de production (Figure 2). Le coefficient de conversion des 6 provenances est relativement intéressant, il varie de 74 à 82 % (MCDH (75), MTamba (79), MKothiary (76), MDiourbel (74), MThiomby (82) et MAVRDC (78)). En prenant la provenance MAVRDC comme référence pour la production de feuilles et de semences, il suffit de 3 pieds par concession pour produire au bout de 79 jas, 2,468 kg de poudre. Cette quantité est largement suffisante pour couvrir les besoins d'un enfant (1 à 3 ans) en poudre à raison de 8 grammes (une cuillère à soupe pleine) par jour avec une fréquence de 6 jours par semaine pendant 1 an.

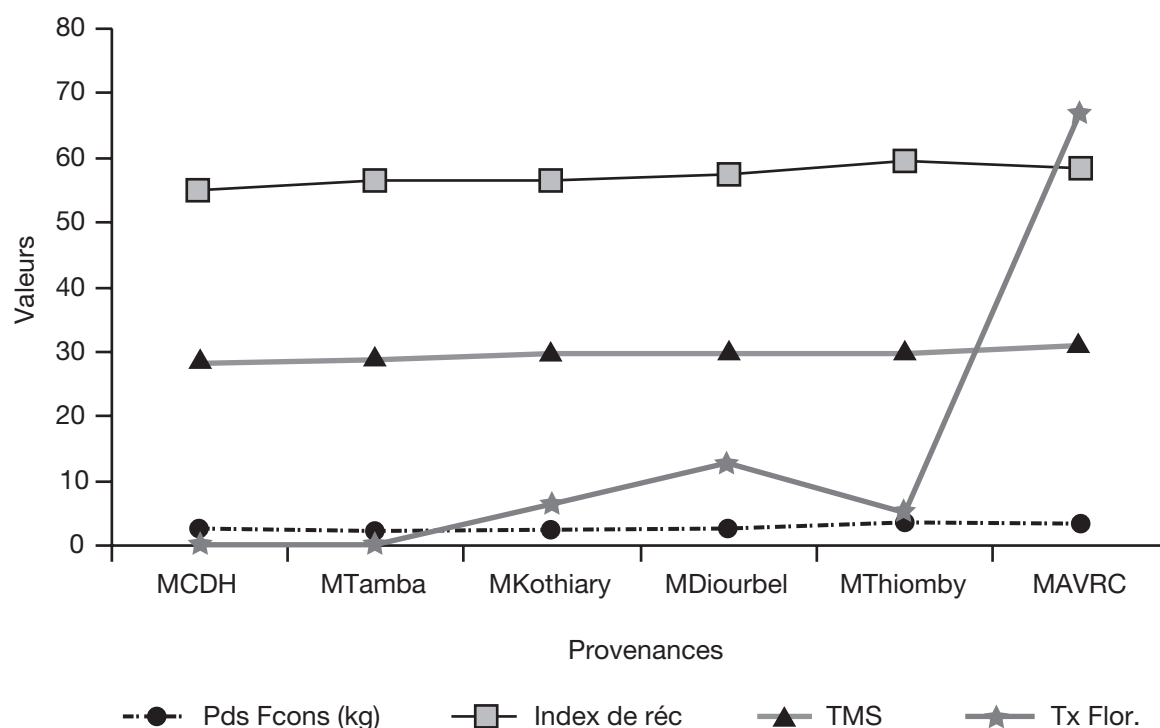


Figure 2: Caractéristiques (précocité et production) de 6 provenances de nebedaa 79 jours après semis (Jas): (Index de réc = Index de récolte; TMS = Taux de matière sèche (%); Pds F cons = Poids de feuilles consommables (kg); Tx Flor = Taux de floraison)

**Etude de modes de production et stratégies de conservation**

Les problèmes d'accès à la matière organique et aux gaines nous ont poussé à opter pour le semis direct en mode de production de feuilles. Les feuilles des jeunes pieds issues du démariage 42 jours après semis et celles provenant de rejets à partir des pieds coupés ont été préconisées. Le test de hauteur de coupe sur la provenance MCDH a montré que la coupe à 1,25 m produisait plus de rejets et de feuilles que les autres hauteurs. Cependant, il ne semble pas exister de différence significative entre les diamètres des pieds choisis (Figure 3). L'analyse de la diversité intra-spécifique montre une certaine variabilité. La provenance MAVRDC se démarque des autres avec une importante distance euclidienne. Alors que les provenances MCDH et MKothiary présentent une grande similarité (Figure 4). La figure 5 montre une certaine homogénéité des provenances MCDH, MAVRDC et MDiourbel, alors que les provenances MTamba, MTiomby et MKothiary présentent une certaine variabilité des individus qui composent les provenances.

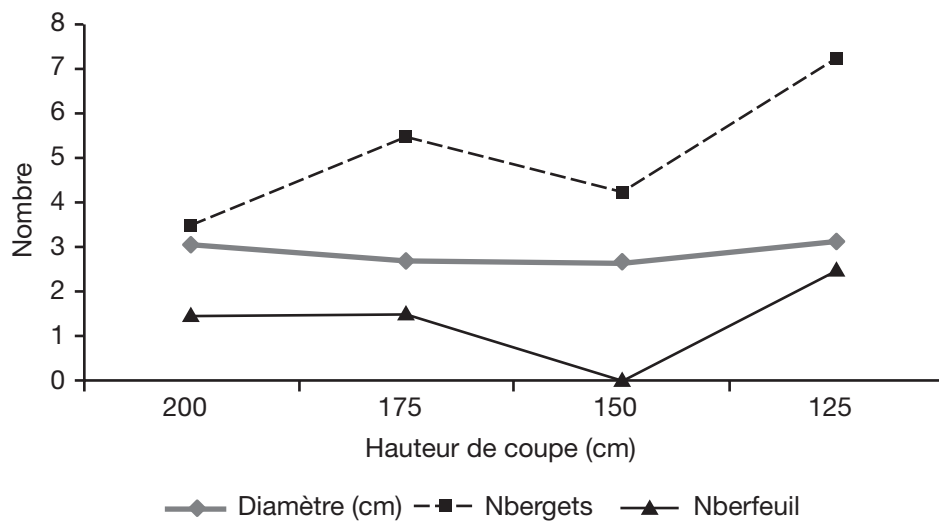


Figure 3: Etude de la hauteur de coupe du nebedaa (Nbergets = Nombre de rejets; Nberfeuille = Nombre de feuilles)

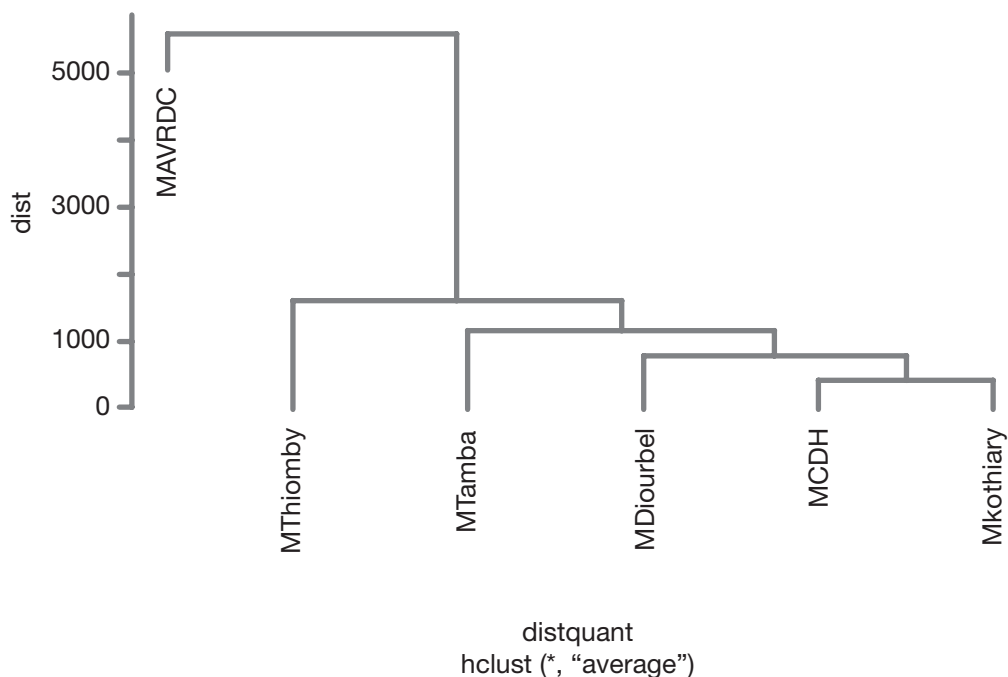


Figure 4: Quantidendrogramme des six (6) provenances de nebedaa

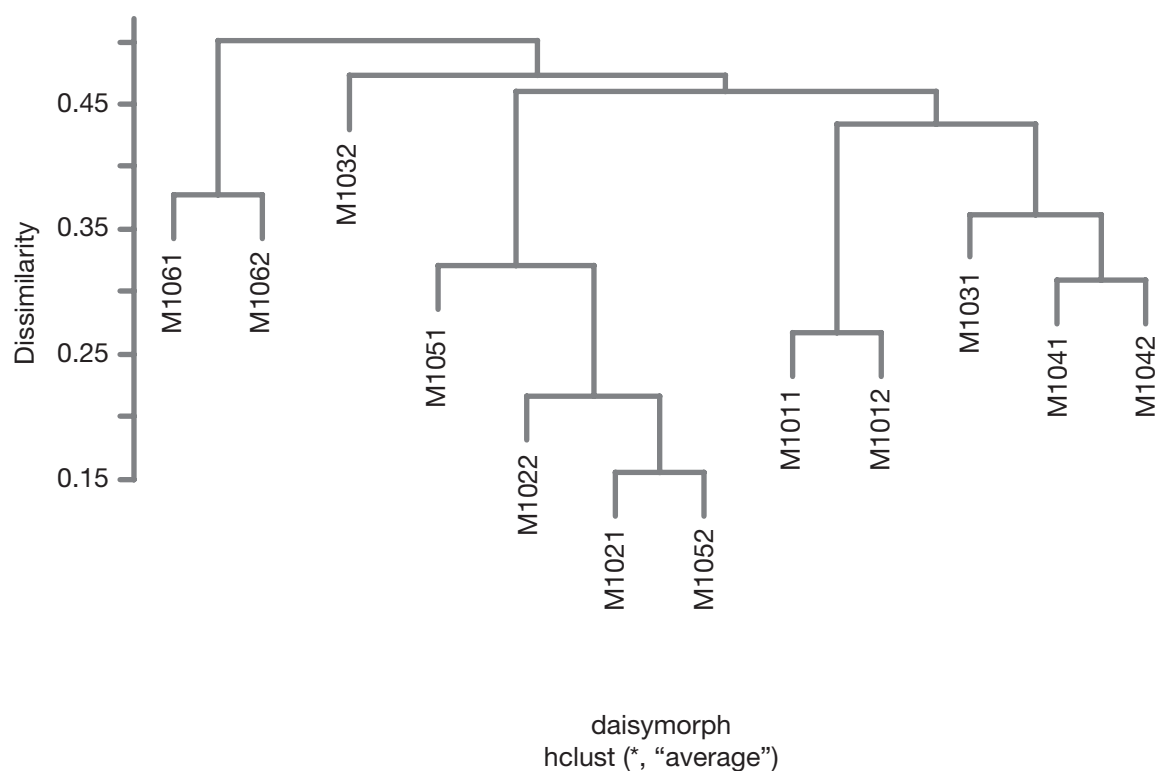


Figure 5: Daisydendrogramme des six (6) provenances de nebedaa

### Conclusion et perspectives

Le nebedaa (*Moringa oleifera* LAM) était abondante dans les jardins indigènes à Dakar dans les années 1882 et était consommée sous forme de sauce accompagnant le couscous ou « Cerey Mboumou nebedaa ». La principale source d’approvisionnement en feuilles est la cueillette à l’exception d’une localité (village de Thiomby) où il occupe la 14<sup>ème</sup> place parmi les espèces cultivées. Il pourrait même être considéré comme une espèce menacée de disparition notamment dans certaines localités du pays où il faut marcher une dizaine de kilomètres pour avoir des feuilles. Pourtant, outre ses propriétés nutritionnelles inestimables, il possède des vertus tradithérapeutes et est capable de générer des revenus au bénéfice des producteurs.

L’évaluation du potentiel de production des six provenances en station a révélé les bonnes performances des provenances MAVRDC et MThiomby. Les principales sources de feuilles sont les plants issus de semis direct ou les rejets de coupe sur des pieds âgés de 180 jas. Ces deux dernières peuvent être utilisées pour la production de semences et de feuilles, dans le cadre des stratégies de conservation, dans le site pilote de Thiomby, unique localité de culture de l’espèce. La technique de conservation à la ferme sera préconisée. A ce sujet, des sessions de formation participative aux techniques de production de plants ont été organisées. Deux mille cinq cents (2 500) plants ont été produits et distribués dans les villages à raison de 3 pieds par carré et ce, en conformité avec certaines considérations socio-culturelles rapportées «Plus de trois (3) pieds de nebedaa dans une maison est source de malheurs».

Cette expérimentation en station devrait être reconduite en milieu paysan à une plus grande échelle afin de confirmer ou infirmer ces résultats.

En perspectives, des plants seront produits et distribués selon les besoins en feuilles de populations de la localité pour la mise en place de parcs et de jardins communautaires. Des parcs à nebedaa pour la production de feuilles et de semences et jardins communautaires avec comme brise vent le nebedaa. Ces jardins communautaires serviront de champs école paysanne « farmer field school ». L’élaboration de documents didactiques et l’utilisation des médias permettront de mieux diffuser les acquis et de sensibiliser les autorités sur l’importance de l’utilisation et de la préservation de l’espèce pour les générations actuelles et futures.

**Références**

- AVRDC. 2002a. AVRDC-GRSU Collecting record sheet. AVRDC-ARP, Arusha, Tanzania. 2 pp.
- AVRDC. 2002b. AVRDC-GRSU Characterization record sheet. AVRDC-ARP, Arusha, Tanzania. 2 pp.
- Beniest J. (éd.), 1987. Guide pratique du mara îchage au Sénégal. CDH ISRA BP 3120. Dakar Sénégal. 144 pp.
- Delisle H, Bakari S, Gevry G, Picard C, Ferland G. 1997. Teneur en provitamine A des feuilles vertes traditionnelles du Niger. Cahiers Agricultures, 6553-560.
- Derrien C. 1882. Récolte N°62 au Cayor et 40/16 dans le Fouladou route de Goubanto.
- Diouf M; Diop M, Lo C; Drame KA, Sene E, Ba CO, Gueye M, Faye B. 1999. Prospection de légumes feuilles traditionnels de type africain au Sénégal. In: Biodiversity of traditional leafy vegetables in Africa. In: Chweya JA, Eyzaguire P, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome Italie. pp. 111-150.
- Fuglie LJ, Mane M. 1999. L'arbre de la vie. "*Moringa oleifera*": Traitement et prévention de la malnutrition. Church Word Services (CWS), Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest. 12 rue Félix Faure, BP 3822. Dakar, Sénégal. 71 pp.
- Pham JL. 2004. Moringa, dernières nouvelles. Spore N°106. p. 7.
- Questionnaire Unifié des Indicateurs de Développement (QUID) des Enquêtes Sénégalais Auprès des Ménages (ESAM-II) 2001. Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DRSP), 64 pp.
- Westphal E, Embrechts J, Ferwerda JD, Van Gils-Meeus HAE, Mustsaers HJW, Westphal-Stevens JMC. 1985. Les cultures potagères: Cultures vivrières tropicales avec référence spéciale au Cameroun. pp. 321-463.



## Rural livelihoods: Conservation, management and use of genetic resources of indigenous trees

### ICRAF's experiences and perspectives in West and Central Africa

Z. Tchoundjeu<sup>1</sup>, P. Mbile, E. Asaah, A. Degrande, P. Anegebeh, C. Facheux, A. Tsobeng, T. Sado, C. Mboosso, A. Atangana, M.L. Mpeck, M.L. Avana, D. Tita

<sup>1</sup>The World Agroforestry Centre (ICRAF), Africa humid tropics regional programme, Yaounde, Cameroon

#### Abstract

Forest loss and fragmentation over the past decades in West and Central Africa (WCA) is directly affecting the habitats of valuable plants, driving species isolations, reducing species populations and, in some cases, accelerating the extinction of potentially useful plants. Some tropical rainforest plants also show signs of reduced seed germination or seedling establishment due to natural regeneration.

However, forests in WCA remain important sites, habitats and sources of potentially useful plant genetic materials. The roles of many tropical tree species and their products as sources of food, medicine and other services they provide to local people have been documented. The exploitation, uses and commercialization of these tree products, constitute an important activity for people living within, around and beyond forests in the region. Markets have expanded within and outside the ecological range for some of these species. Potential for further development for industrial use has also been established.

Since 1998, ICRAF (Africa Humid Tropics – AHT Programme) in partnership with several local and regional stakeholders in WCA have been implementing a tree domestication programme aimed at diversifying smallholder livelihood options by selecting, multiplying, integrating, managing and marketing indigenous trees/plants and their products to ensure that they provide livelihood and conserve the environment. ICRAF is implementing the tree domestication programme in Cameroon, Equatorial Guinea, Gabon, Nigeria, and, more recently, in the Democratic Republic of Congo (DRC).

The programme started with prioritizing a range of indigenous fruit and medicinal trees with the local community. Emphasis then moved to capacity-building: training and follow-up with a range of low-tech and adaptable propagation and marketing techniques for local stakeholders, and training, backstopping and dissemination of information to regional government and non-governmental partners to enhance ownership and adoption of the process.

So far, the programme has contributed to:

- Building natural assets of resource-poor farmers to increase their access to diverse agroforestry tree products;
- Developing human capacities for perpetuating knowledge and experience in the region;
- Developing mechanisms for increasing and diversifying household revenue through better marketing of indigenous agroforestry tree products;
- Developing multi-species, on-farm needs-based and classical gene banks of selected high-value indigenous species in Cameroon and Nigeria.

As the programme develops in the region the following strategies are emphasized:

- Building strategic partnerships to achieve greater impact by increasing the potential contribution that agroforestry tree products make to household revenue;
- Linking tree domestication to other important regional challenges by supporting policy frameworks on forest management and sustainable environmental management.

#### Introduction

In a global context according to CARPE (2001), annual deforestation rates are relatively low in Central Africa (0.6% a year between 1980 and 1990). However, with average forest losses of

200,000 - 220,000 hectares a year during 1990-2000 (Njib 1999) in Cameroon, the potential for plant biodiversity loss remains high. Although the highest rates of deforestation are not necessarily associated with the highest population densities, with a population growth rate of 2-3% per year (World Bank Group 2002) within Central Africa, the demand for agricultural land is increasing, as is the scale of forest transformation.

Forests are important sites of potentially useful plant genetic resources (PGR). The roles that tropical tree species and their products play as sources of food, medicine and providing other services to local people have been documented (Okafor 1991, Falconer 1990; Leakey and Newton 1994). The exploitation, uses and commercialization of these tree products constitute an important activity of people living around and beyond forest within the region (Ndoye et al. 1998). For some of these species, markets have expanded within and outside their wide ecological range (Cunningham et al. 1997; Tabuna 1999). In addition, great potentials for their further development at industrial level exist (Leakey 1999).

However, loss and fragmentation, through conversion of forests to farmland and degradation, can cause plant biodiversity losses. The two processes also indirectly hamper regeneration and accelerate species rarity, isolation and extinction rates. Unmonitored forest loss and fragmentation in the region is affecting the habitats of valuable plants by increasing extinction rates of tropical plant species and reducing species populations (Wilcoxe et al. 1986; Hudson 1991; Forman and Gordon 1989). Moreover, plants in tropical rainforests (TRF) suffer from reduced seed germination or seedling establishment through natural regeneration caused by environmental conditions imposed by forest conversion. They also face competition from helophytic ruderal herbs in these converted lands (Uhl et al. 1988).

Faced with such global and regional challenges, an important contribution towards the conservation and management of indigenous plant genetic resources in the sub-region should include a conscious, smallholder farmer livelihood-driven process, targeting *ex situ* and *in situ* methods for plant genetic resources conservation and management. These approaches should be characterized by identification, collection, regeneration, value-addition and management approaches.

Since 1998, ICRAF, in partnership with several local and regional stakeholders in WCA have been implementing a tree domestication programme aimed at protecting the environment and diversifying the sources of livelihood for smallholder farmers through conservation and management of indigenous trees and plants.

This paper presents ICRAF's experiences and perspectives in conserving and managing PGR of value to local people and the potential contributions in optimizing the sustainable use and benefits from these resources for present and future generations.

### ***Indigenous trees domestication, and plant genetic resources conservation and management: ICRAF's experiences***

ICRAF's contribution towards the conservation and management of PGR in West and Central Africa is driven and regulated by the livelihood needs and strategies of resource-poor communities.

The programme is developing trees and plant products to increase their contribution to the livelihood of forest/tree-dependent people, and the gross domestic product (GDP), while conserving their productive potential.

To achieve this, the tree domestication programme seeks to identify the natural potential of PGR through a needs-based assessment and management of the resources, *in situ* and *ex situ*, and by fostering and organizing the marketing of tree/plant products locally, nationally and for export.

The thesis of ICRAF's tree domestication approach in the African humid tropics is captured in the institution's mission statement, which is to reduce poverty, improve food and nutritional security, and enhance environmental resilience in the tropics. The programme is thus characterized by research on livelihoods, tree propagation, integration and management, germplasm dissemination pathways, trees and products processing and marketing, capacity building partnerships, policy development and networking.

### Socio-economic analyses and prioritization

At a broad socio-economic and farmer livelihood level, research using participatory appraisal methods and approaches, focusing on land tenure, participation, gender and well being, reveal that though land and tree tenure issues, for instance, remain complex and variable, most households maintain secure access to land. Findings from fruit tree inventories in Cameroon and Nigeria indicate strong relationships between tree numbers, diversity, density, and land use types. These, however, were not related to wealth and farmers' literacy.

Although household decision-making rests with the largely male household heads, increased participation of women and youth (currently variable) can significantly influence tree cultivation decisions. Women, youth and the elderly are attracted by the wider propagule-type options presented by vegetatively propagated trees. Partly as a result of traditions, customs and low educational level of vulnerable groups, few checks and balances exist at the household socio-economic level for the moment, which can guarantee the longer-term economic autonomy of women and youth.

In setting priorities for domestication, the choice of species for improvement is complex socio-economically and biophysically. The clientele is heterogeneous, consisting of individual small-scale farmers with different needs that are difficult to generalize across an ecozone. Farmers use different species but scientific knowledge about most of them is minimal. To determine the species that would be most useful when improved, Franzel et al. (1996) developed a priority setting process, involving several steps. One of the steps includes assessing clients' needs, which defines user groups and identifies their main problems and the agroforestry products that may best meet their needs. In field surveys, farmers list the agroforestry species they grow and use, and rank them according to their preferences. Only the species that provide the most important products for solving the present and future problems of the clients are considered in the subsequent stages. Researchers then refine the list further by ranking species on their researchability, expected rates of adoption, and non-financial factors that modify the objective of increasing financial value. Also, detailed data are collected from farmers and markets to estimate the value of products. Synthesis of such information thus facilitates concrete prioritization of species for each eco-zone. Table 1 presents three examples of such ranking of four priority species in different parts of the humid tropics: the humid savannah, forest margin and high forest zones of Cameroon.

Table 1: Priority species in different eco-zones of Cameroon

Species name	Eco-zones of Cameroon	Priority ranking
<i>Dacryodes edulis</i>	Humid savannah	1
<i>Dacryodes edulis</i>		2
<i>Canarium</i> spp.		3
<i>Prunus africana</i>		4
<i>Irvingia</i> spp.	Tropical forest margin	1
<i>Dacryodes edulis</i>		2
<i>Ricinodendron heudelotii</i>		3
<i>Garcinia cola</i>		4
<i>Irvingia</i> spp.	Tropical high forest	1
<i>Gnetim africanum</i>		2
<i>Bailonella torisperma</i>		3
<i>Ricinodendron heudedelotii</i>		4

### Improving access and knowledge of plant genetic materials at local level

ICRAF has increased knowledge, locally and regionally, on the conservation and management of PGR and biotechnology through capacity building thus enabling the clients to build assets of PGR. ICRAF has sought to facilitate the building of such assets directly where logistical costs have been inhibitory and thus of lower immediate priority to resource-poor farmers.

### Asset-building in plant genetic resources through capacity building

#### *Plant/tree multiplication and appropriation of knowledge via capacity building*

Plant and tree biodiversity is unevenly distributed within the humid tropics of Cameroon and WCA. Nevertheless, the need to diversify revenue and subsistence mechanisms remains strong within poor rural communities throughout the region. Working on the domestication continuum<sup>1</sup>, ICRAF is facilitating the adoption of a wide range of indigenous tree/plant species by resource-poor farmers through capacity-building in propagation techniques and management to increase local access to high quality plant genetic material. Priorities-setting is followed by targeted collections, selections, and the development of improved propagation methods in the villages.

Members of self-help groups are trained in techniques of vegetative propagation, setting of cuttings, grafting, marcotting and general nursery management techniques. The technical aspects of vegetative propagation have been extensively researched and reported (Tchoundjeu et al. 1999; 2002). Capacity building in propagation methods is not restricted to local populations in villages, but includes students at MSC and PhD levels from African, European and American institutions.

The range of species disseminated and researched on have also increased over the years in response to farmer needs, market opportunities, technological adaptability and subsistence requirements. Figure 1 illustrates the trends in plant/tree species entering the domestication pipeline over the years, while Table 2 explains some of ICRAF's needs-based domestication approaches showing the relationships between plant/tree species and relevant approaches used.

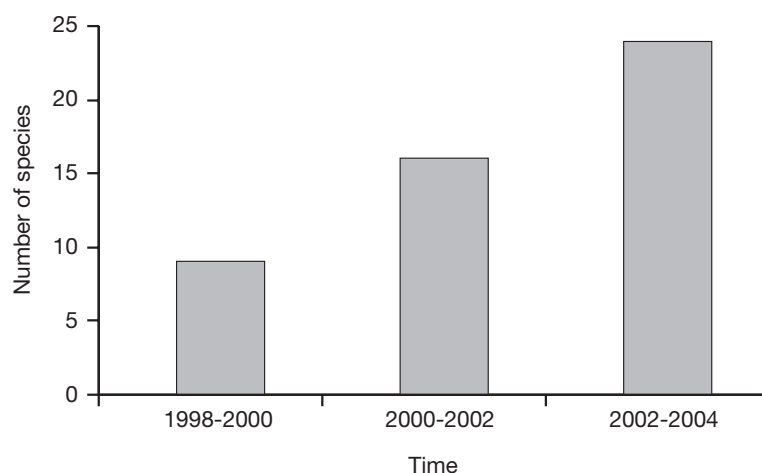


Figure 1: Trends in the species recruitment process for domestication

Adoption of indigenous trees domestication approaches by farmers has led directly to the popularization of the techniques and approaches within the different countries in which it is practised. Figure 2 illustrates the spread of nurseries practising the various plant/tree propagation techniques over a period of six years (1998– 2003), within the humid forest zone of Cameroon.

<sup>1</sup> Considers plant/tree material from the wild to the completely domesticated or a cultivar.

Table 2: Needs-based domestication approaches for different plant/tree species.

Plant/tree species characteristics.	Possible causes	Some domestication approaches
Hampered germination	Converted lands, ecosystem change	Germination trials, targeted collections and vegetative propagation
High variability in phenotypes	High intra species diversity	Range-wide collections, gene bank establishment, selection for marketable traits, vegetative propagation
Rarity	Restricted natural distribution, overexploitation	Targeted collections, conservation through use, germination and propagation trials
Good market potential	High local use, part of local diets	Conservation through cultivation, propagation trials and marketing research.
Difficult processing	Unfamiliarity by local population, absence of technology	Range wide surveys of indigenous processing methods. Development of appropriate processing techniques.
High perishability	Methods of consumption, nature of product	Research on processing and transformation. Market intelligence studies
Recalcitrant seeds	High dormancy	Germination trials, vegetative propagation.
Low regeneration rates	Competition with predators and users ecosystem change	Targeted collections, germination trials, and vegetative propagation
Unsustainable harvesting methods	High market potential Lack of legal ownership	Market-led production forecasting Recommendations for policy reform, propagation trials and conservation through cultivation
Difficult adaptability in new areas	Low tolerance	Adaptability and propagation trials. Conservation through cultivation.
Endemic medicinal plants	Limited natural distribution. Low tolerance.	Targeted collections. Propagation trials, conservation through cultivation.

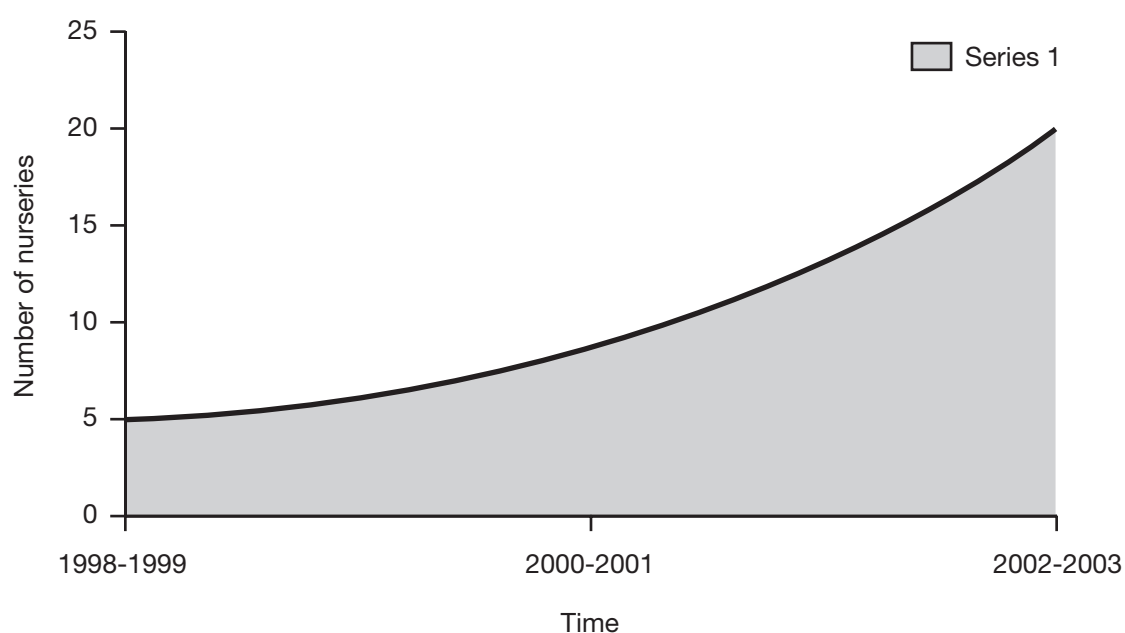


Figure 2: Spread of plant/tree nurseries in the humid forest eco-zone of Cameroon



It is perhaps early to evaluate the full potential social and economic impact of indigenous trees produced from the village-based nurseries supported and guided by ICRAF researchers in Cameroon. Nevertheless, because of the networks within communities and within the extended family systems in Cameroon, it is feasible to appreciate the potential of participatory approaches on development impact of new technologies.

#### *Asset building in plant genetic resources through transfer and exchange with direct external inputs*

Despite the tremendous efforts to increase farmer access to PGR locally, through capacity-building, the sheer immensity and range of useful plants that are potentially useful in diversifying revenue sources and subsistence mechanisms, requires that direct and indirect methods are employed to increase farmers' access to these resources.

A range of collection of plant genetic material is not only expensive but can be logistically complex (Simons et al. 1994). ICRAF has, therefore, developed a modest number of classical gene banks in Nigeria and Cameroon and a gene pool on farmers' fields to conserve genetic materials and enable resource-poor farmers to have access to them.

Table 3 summarizes the classical gene banks developed by ICRAF in the region. Despite these efforts, ICRAF is emphasizing on 'on-farm' gene pools of plant genetic materials. The latter approach, though lacking the classical rigidity, constitutes the conservation of high-value plant genetic materials through use. Management costs are lower than for classical gene banks. Secondly, the impact on short term development is also high as farmers exercising ownership manage and protect the trees and plants.

Table 3: Classical gene banks of indigenous trees developed by ICRAF in West and Central Africa

Location	Species	Type of collection	Number of families	Number of provenances
Mbalmayo, Cameroon	<i>Irvingia wombolu</i>	Targeted	30	2
Yaoundé, Cameroon	<i>Dacryodes edulis</i>	Targeted	20	4
Boyo, Cameroon	<i>Prunus africana</i>	Targeted	28	1
Onne, Nigeria	<i>Irvingia gabonensis</i>	Range-wide	385	93
Onne, Nigeria	<i>Irvingia wombolu</i>	Range-wide	69	13
Onne, Nigeria	<i>Irvingia robur</i>	Range-wide	18	3

#### *On-farm gene pools*

Range-wide characterization studies of indigenous fruits by ICRAF (Anegbeh et al. 2003; Leakey et al. 2004) in Cameroon and Nigeria have identified species populations in economic landscapes where subsistence farmers have inadvertently domesticated indigenous trees. These studies of genetic/phenotypic variability are providing insights into the value of farmer-farmer exchange of plant genetic materials and the opportunities therein for indirect development and management of on-farm gene pools of a diverse range of useful plant species.

Farmer-to-farmer transfer of these semi-domesticated reproductive materials of high-value fruit and medicinal trees, often from the natural forest habitats into economic landscapes (farms, agroforests and home gardens) affects the overall biodiversity of the species and has been described in Mbile et al. (2003). These dynamics are being recognized as a cheap means of transferring and redistributing plant genetic materials around landscapes. Figure 3 illustrates the re-distribution of *Dacryodes edulis* in Cameroon (based on data from germplasm collection sites and cultivation status surveys), despite the apparently limited temperature and precipitation range of its 'natural habitat'.

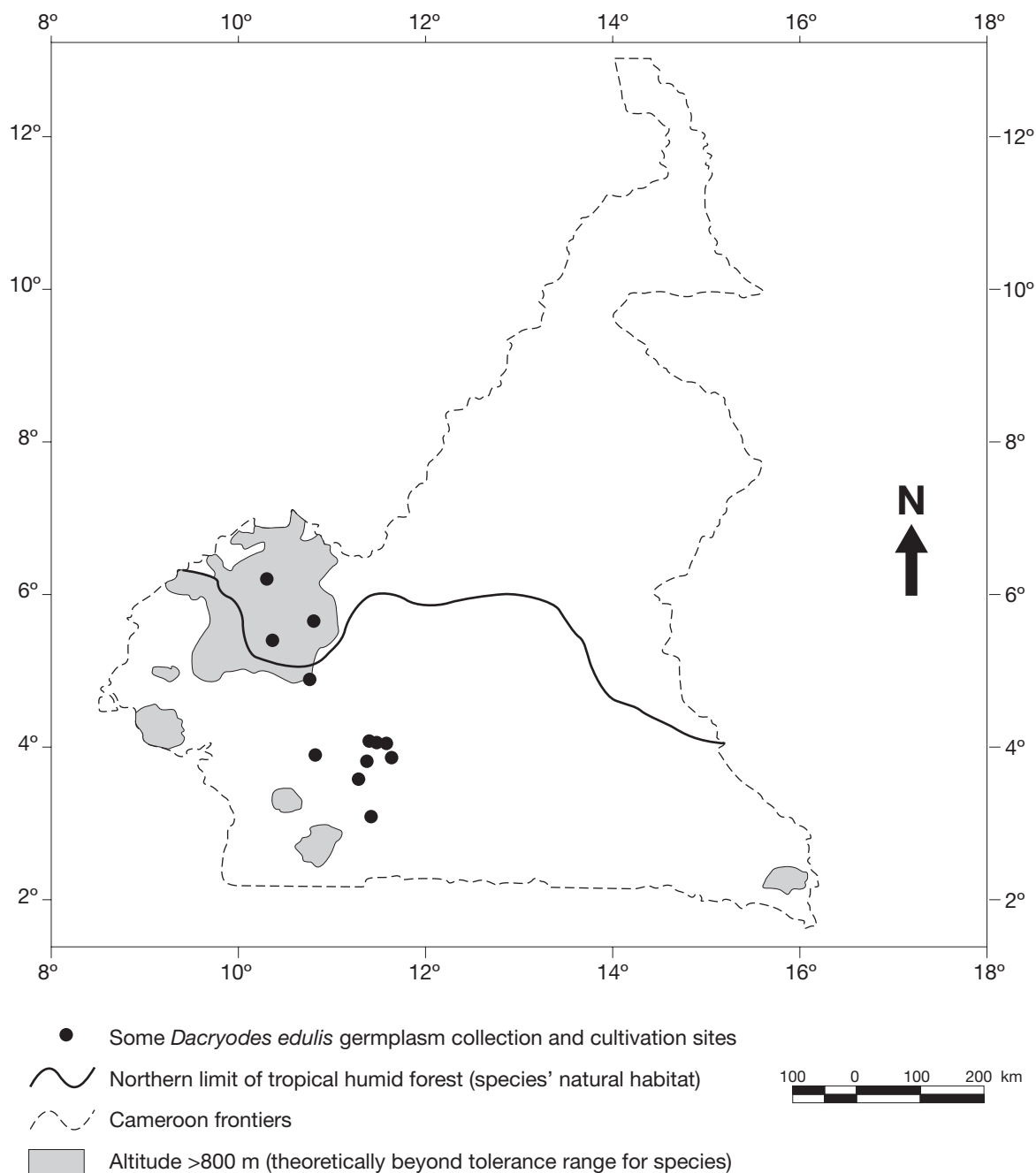


Figure 3: Redistribution through use of an indigenous species: Case of *Dacryodes edulis* in Cameroon.

### Agroforestry development and tree products assessments

The World Agroforestry Centre AHT programme is putting a high premium on the *in situ* and *ex situ* management of plants within what is generally termed agroforests. All trees produced in nurseries or acquired through purchase, exchange or indirectly from other partners are integrated into existing and/or new systems. Such systems increasingly include fallows, secondary, degraded, community or communal forests. These increasingly complex agroforests serve both economic and ecological functions.

This potential sustainability of agroforests is based on their flexibility, both economically (flexible demand on labour) and ecologically (high diversity of species, different harvest periods for products) and the adaptation of products to a regional and international market while providing household needs. Tree domestication technologies have the potential to make

traditional and novel agroforest development more systematic, deliberate, productive and a major contributor to local and regional economic growth and environmental management in the African humid tropics. Among strategies employed by ICRAF to build knowledge to improve the usefulness of these systems are on-farm biodiversity assessments and off-farm agroforestry products assessments.

#### **'On farm' biodiversity assessments**

Studies have stressed the importance of tree products to rural households (Ndoye et al. 1998). Despite this, few of such studies have focused on actual numbers and densities of trees in the different land use systems (cocoa, coffee, fallows, food crop fields, home gardens, etc) and there is little information on farmers' tree planting strategies in forest areas. ICRAF-AHT has examined the diversity, number and density of trees in relation to farm size, land use system, land tenure, proximity to the forest, market access and some household characteristics, such as well-being, age, sex and education of the head of household. Studies aimed at understanding farmers' tree planting decision-making (Degrande et al. submitted) reveals that land use systems, tenure and farm size seem to be the major factors, but off-farm availability of the resource, market access and household characteristics equally play a role in tree planting decision making. In general, the results show a high level of complexity and many factors are highly interrelated.

#### **'Off-farm' assessments**

As part of ICRAF's integrated approach towards improving livelihoods and ensuring environmental management through the use and development of tree domestication technologies, the characterization of woodlands in economic landscapes and the assessments of agroforestry products in community and communal forests are being intensified. The two efforts are integrating indigenous knowledge systems into new technologies like geographic information systems (GIS) to establish a sound basis for developing adaptable tree domestication approaches that improve the value of forests and livelihoods. ICRAF's current activities in the forest margins of Cameroon and in the Dja conservation site in eastern Cameroon seek to understand some implications of increasing the density and diversity of indigenous trees in woodlands, evaluate the value of forests in economic landscapes and develop local knowledge-based methods for improving the biometric rigour of agroforestry tree products or non-wood forest products assessments in non-agricultural landscapes and in community and communal forests. This research work plays a major role in ICRAF's regional contribution in the *in situ* management of plant genetic resources for livelihoods and also contributes towards sustainable management of community forests by local people.

#### **Increasing benefits and adding value to plant resources**

The use of plant resources in WCA goes beyond food and fruits. Plant medicines, for instance, have and continue to play an important role in local health care systems in the region. Moreover, gains through local marketing of plant products, such as foods, fruit, and medicines, for example, only succeeds in capturing a small proportion of the potential benefits that their marketing can bring to local communities. ICRAF has thus embarked on extensive documentation of medicinal plants, their medicinal uses, propagation methods, systematic conservation through cultivation and the development of appropriate processing technologies and marketing strategies for these medicinal plants and other fruit and culinary products.

#### **Medicinal plants development**

Medical records from the Ministry of Health in Cameroon, from 1998 to date highlight malaria, typhoid, jaundice, sexually transmitted diseases (STDs), tuberculosis and stomach problems including diarrhoea, dysentery, amoebae, as the most recurrent causes of morbidity (Facheux et al., 2003). Evidence from studies carried out by ICRAF indicates that most of the key medicinal plants sold in the markets or used by local practitioners on their patients, treat or provide the same remedy for the same diseases. ICRAF's interest in the conservation through cultivation

and management of a modest list of medicinal plant species namely *Anickia chlorantha*, *Baillonella toxisperma*, *Zanthoxylum gillettii*, *Pausinystalia yohimbe* and *Prunus africana* is, therefore, in response to their extensive local uses and good marketing potential at local and regional levels. ICRAF's work also reveals that the distribution network of medicinal plants as illustrated in Figure 4 can be very complex at local, national and international levels, crossing borders and exchanging hands without any form of formal regulation. Although a national institute for medicinal plants was created in Cameroon in the mid 80s, regulation leaves much to be desired in the present economic climate.

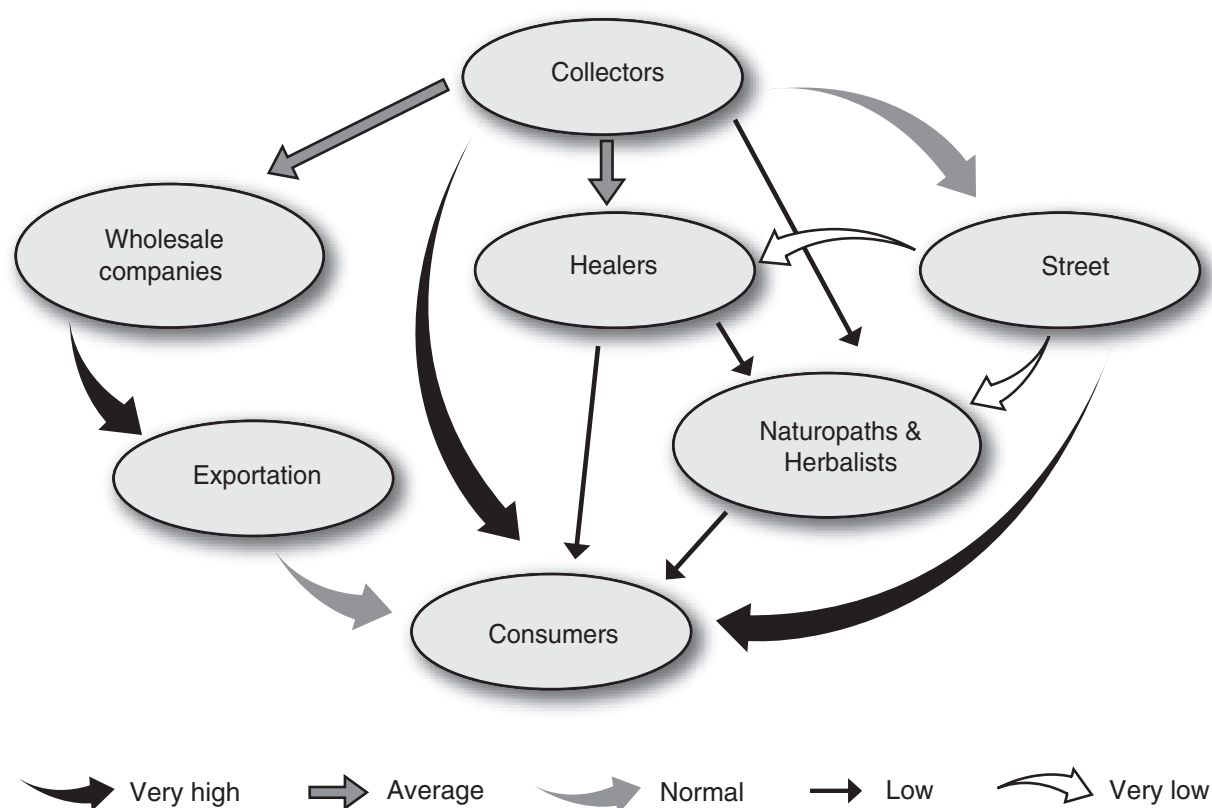


Figure 4: Medicinal plants general distribution channels (Source: Facheux et al. 2003)

### Marketing

A large part of current data on trade in agroforestry tree/plants and their products for food and medicines are collected and synthesized at macro levels (FAO 2003). While these provide indication of the economic potential of the sector at a higher level it does little in terms of the evaluation of local and regional productivity, and of the contribution that the marketing of plants and their products make at the same levels. ICRAF has carried out research to better understand the structure, conduct and performance of markets for agroforestry tree products in four countries of the African humid tropics (Cameroon, Nigeria, Gabon and Equatorial Guinea). Quantitative assessments for some high-value tree and plant products are under way, at least for Cameroon, to evaluate local and regional *in situ* productivity. Though validation studies for the rapid reconnaissance market studies are being designed, preliminary results, however, indicate that the markets are unstructured with little specialization, and enormous scope for rationalization. Results from the surveys indicate that farmers receive much less from the sales of forest products in rural areas as a result of poor market knowledge, perishability of products, seasonality of markets and products, and poor marketing skills.

Within the framework of group marketing programme supported by the Belgian Directorate for International Development, ICRAF is researching and developing mechanisms in the region, that help foster and organize the marketing of tree/plant products locally, nationally and for export by groups of local producers. The main purpose of the research is to enable producers exercise greater control over marketing activities, add value to the products through adaptable processing and transformation methods and increase overall benefits from these activities.

Table 4: Some institutional and policy/programme linkages

National/Regional Policy/ Programmes	Policy/Programme sector	Contribution of ICRAF's tree domestication (TD)	Specific on-going domestication approaches at ICRAF.
Cameroon I National Forestry Action Plan (NFAP) (1995)	Programme of action: sub-sector 3 on non-timber forest products	Increases the overall contribution of forest production to the GDP while conserving the productive potential	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plant multiplication</li> <li>- plant improvement</li> <li>- on-off farm assessments</li> <li>- value addition and marketing</li> <li>- conservation through use</li> </ul>
Cameroon National Environmental Management Plan(1996)	Develop economic landscapes around protected areas to ensure social and economic well being of local populations	Contribute to sustainable management of community and communal forests around protected areas and in economic landscapes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>in situ</i> assessments of AFTPs<sup>1</sup> in community forests (CF)</li> <li>- transformation and marketing of AFTPs</li> <li>- plant multiplication and selective enrichment</li> <li>- strengthening technical forestry aspects of SMP<sup>2</sup> of CF</li> <li>- researching equity in AFTP use</li> </ul>
CORAF/ WECARD agenda	To promote Biotechnology development, conservation/ management of genetic resources and empowerment of NARs in post war countries	Improvement of plant genetic resources (PGR) through selection, collection, propagation strategies.Conservation and management of PGR through use. Capacity-building for TD in RDC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- range-wide plant germplasm collection activities</li> <li>- selective and needs based cloning of plants/trees</li> <li>- conservation/management through use on/off farm and in genebanks</li> <li>- training and dissemination in RDC</li> </ul>
National/Regional Policy/ Programmes	Policy/Programme sector	Contribution of ICRAF's tree domestication (TD)	Specific on-going domestication approaches at ICRAF
The CBD-ABS <sup>3</sup>	Equitable sharing of the benefits arising from the use of genetic resources	Increase access of local communities including vulnerable groups to plant genetic resources on and off farm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- on-farm capacity building for multiplication and integration of plants</li> <li>- off-farm assessments and enrichment of CF with plants.</li> <li>- researching equity aspects in AFTPs in CF</li> <li>- improved marketing (processing/transformation) of plants and plant products) to add value and increase revenue</li> </ul>

<sup>1</sup> Agroforestry Tree Products

<sup>2</sup> Simple Management Plan

<sup>3</sup> Access and Benefits Sharing mechanism of the Convention on Biological Diversity



Current indications are that as methods for adding value to current products become easily accessible, similar quantities of tree/plant and their products are likely to fetch better prices as opposed to past experiences, and producers can free-up time to deal with other tasks. There is thus greater efficiency (less wastage) in resources management.

### Conclusions

ICRAF's participatory tree domestication activities have demonstrated considerable versatility in the productive management of trees and tree systems as a potential strategy to provide direct or indirect livelihood and environmental services. The main achievements during these formative years of technology development, adaptation, and local community involvement, demonstrate that participatory tree domestication will and can play an important role in the sustainable management and use of PGR. Nevertheless, a bold vision that unites the continued development of the regenerative capacity of trees and trees systems, maintaining and managing biodiversity, and linking local people, tree products and markets and influencing the development of appropriate policy mechanisms that motivate people and enhance markets and communication is required. Equally important, is the development and support for regional centres, networks and initiatives that facilitate exchange of experiences and plant materials so that redistribution from areas of advantage to disadvantaged ones can be a driving force behind the use of PGR to reduce poverty today and also ensure nutritional and health security well into the future.

### Acknowledgments

The World Agroforestry Centre (ICRAF), Africa Humid Tropics Tree Domestication Team wish to heartily thank the ICRAF Sahel Team for their contributions in editing this document. Special thanks also go to the International Fund for Agricultural Development (IFAD) and the UK Department for International Development (DFID) for providing finances during these formative years of the tree domestication programme. Thanks also go to the Belgian Government for their support to the marketing aspects of the project. Finally, thanks also go to the national research centres, civil society sectors and collaborating institutions in Cameroon, Nigeria, Equatorial Guinea, Gabon and Congo for their various forms of support.

### References

- Anegbeh PO, Usoro C, Ukafor, Tchoundjeu Z, Leakey RRB, Schreckenberg K. 2003. Domestication of *Irvingia gabonensis*: 3. Phenotypic variation of fruits and kernels in a Nigerian Village. *Agroforestry Systems* 8 (3) 213-218.
- CARPE. 2001. Phase 1 Results and Lessons Learnt (1996-200). Taking action to Manage and Conserve Forest Resources in the Congo Basin. BSP. Washington DC.
- Cunningham M, Cunningham, AB, Schippmann U. 1997. Trade in *Prunus africana* and the implementation of CITES. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Germany.
- Degrande A, Schreckenberg K, Mbosso C, Anegbeh P, Okafor V, Kanmegne J, Trivedi M (under review by Forest Trees and Livelihoods). Driving forces behind levels of fruit tree planting and retentions on farms in the humid forest zone of Cameroon and Nigeria.
- Facheux C, Asaah E, Ngo-Mpeck M, Tchoundjeu Z. 2003. Studying markets to identify medicinal species for domestication: The case of *Enantia chlorantha* in Cameroon. *Herbalgram* (60) 38-46.
- Falconer J. 1990. The major significance of minor forest products: The local uses and value of forest in the West African humid forest zone. *Community Forestry Note* 6. FAO, Rome.
- FAO. 2003. Non-Wood forest Products Assessments.
- Forman RTT, Godron M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons. USA.
- Franzel S, Jaenicke H, Janssen W. 1996. Choosing the right tree: Setting priorities for multipurpose tree improvement. ISNAR Research Report 8. International Service for National Agricultural Research. The Hague, The Netherlands. 87 pp.
- Hudson, WE. (ed.). 1991: *Landscape linkages and biodiversity*. Island Press, Washington, D.C.
- Leakey RB, Tchoundjeu Z, Smith RI, Munro RC, Fondoun JM, Kengue J, Anegbeh P, Atangana A, Waruhiu AN, Asaah E, Usoro C, Ukafor V. 2004. Evidence that subsistence farmers have domestication indigenous fruits (*Dacryodes edulis* and *Irvingia gabonensis*) in Cameroon and Nigeria *Agroforestry Systems*, 60(2): 101-111.

- Leakey RRB. 1999. Potential for novel food products from agroforestry trees. A review. Food chemistry, 66, 1-14.
- Leakey RRB, Newton AC. 1994. Tropical trees: Potentials for domestication and the rebuilding of forest resources. Proceeding of ITE (Institute of Terrestrial Ecology) Symposium no 29 and ECTF (Edinburgh Centre for Tropical Forest) symposium no 1. Heriot-Watt University, Edingburgh.
- Mbile P, Tchoundjeu Z, Degrande A, Asaah E, Nkuinkeu R. 2003. Mapping the biodiversity of "Cinderella" trees in Cameroon. Biodiversity <http://www.tc-biodiversity.org> 4 (2) 17-21.
- Ndoye O, Eyebe A J, Ruiz Perez M. 1998. NTFP markets and potential forest resource degradation in Central Africa. The role of research for a balance between welfare improvement and forest conservation. In: proceeding of the conference on non-wood forest products for Central Africa. Edited by T. Sunderland and L. Clarke. Limbe Botanic Garden, Cameroon.
- Njib Ntep. 1999. Rapport national sur le secteur forestier. ONADEF. République du Cameroun
- Okafor JC. 1991. Amélioration des essences forestières donnant des produits comestibles. Unasylva, 42(165), 1-10.
- Simons AJ, MacQueen DJ, Stewart JL. 1994. Strategic concepts in domestication of non-industrial trees. In: Leakey RRB and Newton AC, eds. Tropical trees: The potential for domestication and the rebuilding of forest resources. London, UK: HMSO. pp. 91-102.
- Tabuna H. 1999. Le marché des produits forestiers non-ligneux de l'Afrique centrale en France et en Belgique, papier occasionnel CIFOR, No 19, 31 pp.
- Tchoundjeu Z, Avana ML, Leakey RRB, Simons AJ, Asaah E, Duguma B, Bell JM. 2002. - Vegetative propagation of *Prunus africana*: Effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area. Agroforestry System, 54 (3), 183 - 192.
- Tchoundjeu Z, Duguma B, Tientcheu ML, Ngo Mpeck ML. 1999. Domestication of indigenous agroforestry tree: ICRAF's Strategy in the humid tropics of west and Central Africa. Proceeding of the conference on Non-wood Forest Products for Central Africa. Edited by T. Sunderland and L. Clarke. Limbe
- The World Bank, World Development Indicators database, April 2002. [www.devdata.worldbank.org](http://www.devdata.worldbank.org) accessed 04/04/03.
- Uhl L, Buschbacher R, Serrao EAS. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia, I. Patterns of plant Succession. J. Ecol. 76: pp. 663-681.
- Wilcoe DS, McLellan C. H, Dobson AP. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: M. E. Soule (ed). Conservation Biology; The science of scarcity and diversity. Sinauer Assoc., Sunderland, Mass.: pp. 273-286.
- Wilcoe DS, McLellan CH, Dobson AP. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: M. E. Soule (ed). Conservation Biology; The science of scarcity and diversity. Sinauer Assoc., Sunderland, Mass.: pp. 273-286.

## The Desert Margins Program: Elements of agro-biodiversity conservation and use in the desert margins of sub-Saharan Africa

R. Tabo<sup>1</sup>, S. Koala<sup>1</sup>, H. Cheruiyot<sup>2</sup>, M. Gandah<sup>3</sup>, A. Soumare<sup>4</sup>, I. Mharapara<sup>5</sup>, A. Tamba<sup>6</sup>, B. Kayombo<sup>7</sup>, K. Kellner<sup>8</sup>, S. Ouedraogo<sup>9</sup>, B. Kruger<sup>10</sup>

<sup>1</sup> International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Niamey, Niger

<sup>2</sup> Kenya Agricultural Research Institute (KARI), Nairobi, Kenya

<sup>3</sup> Institut de Recherches Agronomiques du Niger (INRAN), Niamey, Niger

<sup>4</sup> Institut d' Economie Rurale (IER), Gao, Mali

<sup>5</sup> Agricultural Research Council (ARC), Harare, Zimbabwe

<sup>6</sup> Centre pour le Développement de l' Horticulture de Camberene (CDH), Dakar, Senegal

<sup>7</sup> Botswana College of Agriculture (BCA), Gaborone, Botswana

<sup>8</sup> School of Environmental Sciences and Development, North West University, Potchefstroom, South Africa

<sup>9</sup> Institut de l' Environnement et des Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>10</sup> Desert Research Foundation of Namibia (DRFN), Windhoek, Namibia

### Abstract

The majority of the population living in sub-Saharan Africa (SSA) depend mainly on rainfed agriculture and natural rangelands for survival. However, their livelihoods are at risk due to land degradation. Moreover, biodiversity loss is critical in these dry areas (200-600 mm annual rainfall) where ecosystems are less likely to recover once they are damaged.

Past attempts to mitigate land degradation and biodiversity loss have relied on international agricultural research centres (IARCs), national agricultural research and extension systems (NARES), non-governmental organizations (NGOs) and other advanced research institutes (ARIs) working independently. Although this approach served the purpose of each institution, it failed to recognize the considerable benefits of synergy that could be derived from integrating individual institutional interests into a more holistic and coordinated method.

The imperative for effective utilization of resources to address common problems has brought together nine SSA countries, namely, Burkina Faso, Botswana, Kenya, Mali, Namibia, Niger, Senegal, South Africa and Zimbabwe into the Desert Margins Program (DMP), with a basic premise to develop an integrated national, sub-regional, and international action programme for sustainable natural resource management options to combat land degradation and loss of biodiversity. The DMP is, therefore, a collaborative initiative among these nine African countries, assisted by five Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR) centres (ICRAF, ICRISAT, IFDC, the International Livestock Research Institute (ILRI), the Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF-CIAT) and three advanced research institutions (CEH, CIRAD and Institut de Recherche pour le Développement (IRD).

The overall objective of the DMP is to arrest land degradation in Africa's desert margins through demonstration and capacity building activities. The Global Environment Facility (GEF) increment to this project will enable the programme to address issues of global environmental and national economic importance, and in particular the loss of biological diversity.

Benchmark sites in each of the nine participating countries harbouring globally significant ecosystems and threatened biodiversity were selected to serve as field laboratories for demonstrations and research activities on monitoring and assessment of biodiversity status, testing of most promising natural resource management options, developing sustainable alternative livelihoods and policy guidelines and replicating successful models.

Preliminary results from these benchmark sites are discussed in this paper. In Burkina Faso, survival rates of trees varied from 51 (93%), with *Acacia raddiana* having a greater survival rate of 93% and *Acacia senegal* a rate of 67%. In Kenya, out of 56 species recorded, only eight were trees. The biodiversity of the forest is low considering that most other species are annuals and their presence is only assured immediately after the rains. Absence of lower diameter trees supports the fact that regeneration is poor in general for tree species. This poor regeneration was more pronounced with *Acacia* species.

In contrast to other arid and semi-arid areas of Africa, there are very few endemic species in the Sahel probably because of the amplitude of fluctuations in the current environment conditions and during the whole quaternary, and the relative homogeneity of the soil background. Based on the sole criteria of species richness, the biodiversity of the Sahel flora and fauna appears poor compared to other arid or semi-arid systems, such as the Karoo-Namib in Southern Africa and the Horn of Africa. The level of endemism in the flora and the fauna is low, the Sahel being considered by bio-geographers a transition zone between the Soudano-Zambezian and the Saharo-Sindian zones of endemism.

### **Introduction**

Dryland degradation and desertification is a major problem worldwide, affecting an estimated 100 billion ha in more than 100 countries, and the livelihoods of 900 million people. The United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) recognizes it as a loss of economic and environmental potential. In addition to the domestic costs of declining food productivity and increasing poverty, dryland soil degradation results in loss of globally significant biodiversity, genetic resources, reduction in carbon storage, and increased sedimentation of rivers and lakes, thereby contributing to the degradation of international water systems.

Land degradation is most severe in the arid and semi-arid farmlands of SSA, where one third of the entire world area of dryland soil degradation is found (UNEP 1992; Hare and Ogallo 1993). Over 330 million ha of African drylands are subject to soil degradation. Areas of high degradation are extensive in SSA in the regions bordering the Sahara and Kalahari deserts. The gradient of aridity from the core of the Sahara and Kalahari deserts to the neighbouring arid and semi-arid lands acts as a natural screener of genetic adaptation to aridity.

Biodiversity loss is particularly critical in these dry environments with annual rainfall ranging between 200 and 600 mm. Under such conditions, ecosystems are less likely to recover once they are damaged. Areas of transition (ecotones) between more or less arid regions harbour globally significant biodiversity, and are also increasingly being recognized as important areas of genetic variability.

Although the total number of species is lower in these areas than other biomes, the percentage of endemism is high. The spatial heterogeneity based on the pattern of soil texture, rainfall distribution and re-distribution of surface water by run-off enhances the biodiversity of these ecotones in spite of extreme ecological conditions for plant and animal lives. However, because of rainfall variations between years, the survival of these animals and plants requires that large areas of land be kept under low human pressure. Land fragmentation that results from the expansion of crop agriculture, associated with deforestation and sedentary overgrazing, threaten the biodiversity of these ecosystems. There is a strong correspondence between the areas of land degradation and the arid (100 400 mm rainfall per year) and semi arid zones (400 600 mm rainfall per year).

The majority of the population living in SSA are poor, with some of the highest population growth rates in the world and depend mainly on rain-fed agriculture and natural rangelands for their survival. However, their livelihoods are at great risk due to land degradation and associated consequences, such as low agricultural productivity and biodiversity loss.

The DMP is, therefore, a collaborative initiative among these nine African countries, assisted by five CGIAR centres (ICRAF, ICRISAT, IFDC, ILRI and TSBF-CIAT) and three ARIs (CEH, CIRAD and IRD). The overall objective of the DMP is to arrest land degradation in Africa's desert margins through demonstration and capacity building activities. The GEF increment to this project will enable the programme to address issues of global environmental importance, in addition to the issues of national economic and environmental importance, and in particular the loss of biological diversity. This paper discusses the various aspects of this collaborative initiative and preliminary results from DMP partners are reported.



## **Methodology and approach**

### **Characterization of benchmark sites**

Benchmark sites in each of the nine participating countries harbouring globally significant ecosystems and threatened biodiversity have been selected to serve as field laboratories for demonstrations and research activities related to monitoring and assessment of biodiversity status, testing of most promising natural resource management options, developing sustainable alternative livelihoods and policy guidelines, and replicating successful models.

#### **Kenya**

Benchmark sites were characterized through administration of a uniform questionnaire in the three DMP sites of Kenya (southern rangelands, Turkana and Marsabit). In all sites, arbitrary site stratification criteria were established using the available information for each site. After stratification, households were sampled randomly along pre-determined transect drives. The questionnaire administrators assessed the information given by respondents and made an on-site stratum allotment to the household.

Communities' view on vegetation was determined through gauging their knowledge about woodland, grassland, vegetation cover, bush encroachment and plant species and natural resources use. There was higher dependency on natural resources in Turkana and Marsabit than in southern rangelands with a correspondingly higher knowledge about the various components addressed. The species list has been transformed into a database for capturing information about species use and their status as perceived by the communities.

#### **Niger**

The two DMP project sites in Niger are Kouré and Mayahi-Rafi that are located in distinct sites. A literature review was also done on the characterization of the Fakara region.

##### *Koure site*

The site of Koure extends from the river valley to the valley of Dallol Bosso. The presence of semi-permanent water ponds where aquatic vegetation is more or less green during the long and harsh dry season, draws an important livestock population, putting a lot of pressure on the resources. The sandy soils are occupied by an orchard / park more or less dense of *Neocarya macrophylla*. There are also some trees, such as *Hyphaene thebaica*, *Ficus* spp., and *Tamarindus indica*.

##### *Mayahi site*

The site of Mahayi is characterized by low rainfall, less than 500 mm, and a large population that puts significant pressure on the agro-biodiversity. The main resource, *Hyphaene thebaica* is threatened by the pressure from crop cultivation and harvest, compromising its regeneration by seeds.

The protected area of Baban Rafi is covered by 'brousses tigrées', '*Combretum micranthum* and *Guiera senegalensis*. Several other rare species in Niger are also found: *Azzeria africana*, *Boswellia odorata*, *Commiphora pedunculata*, *Securidaca longepedunculata* and *Rytyginia senegalensis*.

#### **Mali**

In Mali, the site was characterized in the Gourma zone. Villages chosen in each agro-ecological entity (Table 1) were used for the surveys.

Table 1: Villages in the Gourma zone

Zones of Gourma	Villages
Haut Gourma	Tessit et In-Tillit
Gourma Central	Gossi, Wami et Ouinarden
Bas Gourma	Bambar-Maoudé, et Gourma Rhaous



This survey was conducted to determine the list of endemic and endangered species. In each village, ten people were interviewed. The causes of the loss of these species were also determined and strategies developed by the local populations for the conservation of the species identified.

**Senegal**

The participatory rural appraisal method (MARPA) was used in characterizing the different sites. Specific studies on the establishment of house gardens and the development of leafy vegetables to improve and diversify agricultural production were conducted in some sites, such as the village of Thiomboy in the north and centre of the groundnut zone. These activities were carried out through field visits, semi-structured interviews and group meetings.

**Burkina Faso**

In addition to the characterization studies of the DMP sites, pilot plots of *Acacia raddiana*, *Acacia senegal* and *Vitireria zizanioides* were established to recuperate degraded land.

**Zimbabwe**

The DMP study sites that were characterized are located in the three provinces of Matebeleland North, Matebeleland South and Masvingo.

**Results and discussion**

**Kenya**

The three vegetation components addressed by the characterization process were:

- Woodland
- Grass land
- Vegetation and bush cover
- Plant species

Community responses regarding woodlands and grasslands were sought on resource use and whether the community had recognized any changes in the specific resource. With reference to plant species, the questionnaires were designed to determine various uses of plant species and also explore whether there were any serious threats on the species listed by the community members.

**Woodland status**

Among the community members interviewed, some felt that there was no change in woodland status while others confirmed that the extent of the area covered by woodland had either increased or decreased (Figure 1).

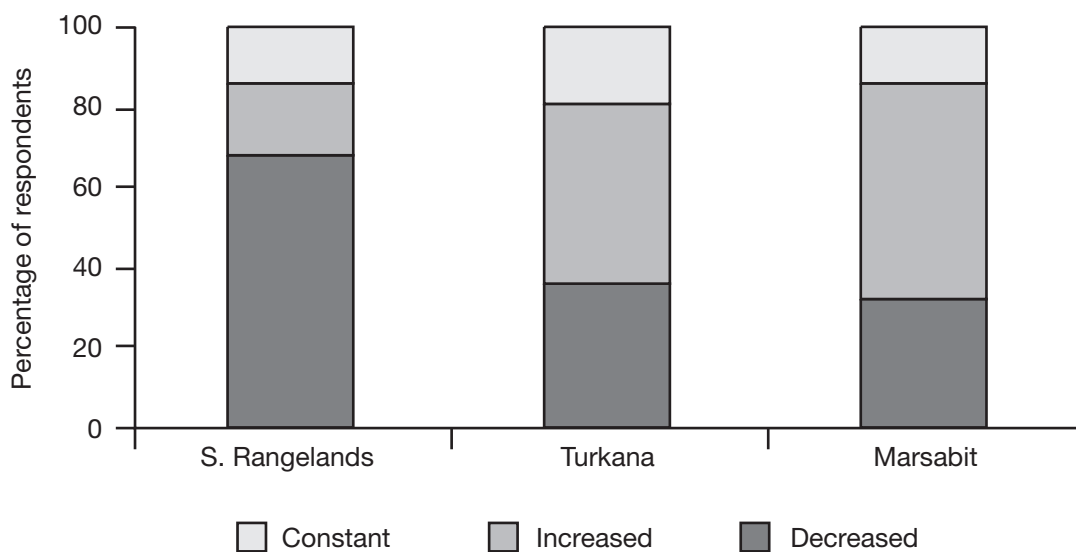


Figure 1: Response (percentage of respondents) regarding the woodland status

The survey results revealed a diversity of trends with a greater woodland decrease response in the southern rangelands than in both Turkana and Marsabit, where woodland was said to have increased. Considering the higher dependency on woodland for livelihoods in both Turkana and Marsabit (Figure 2), the perceived increase of woodland status may be attributed to effective traditional practices as confirmed by 45 households in Turkana and 41 in Marsabit.

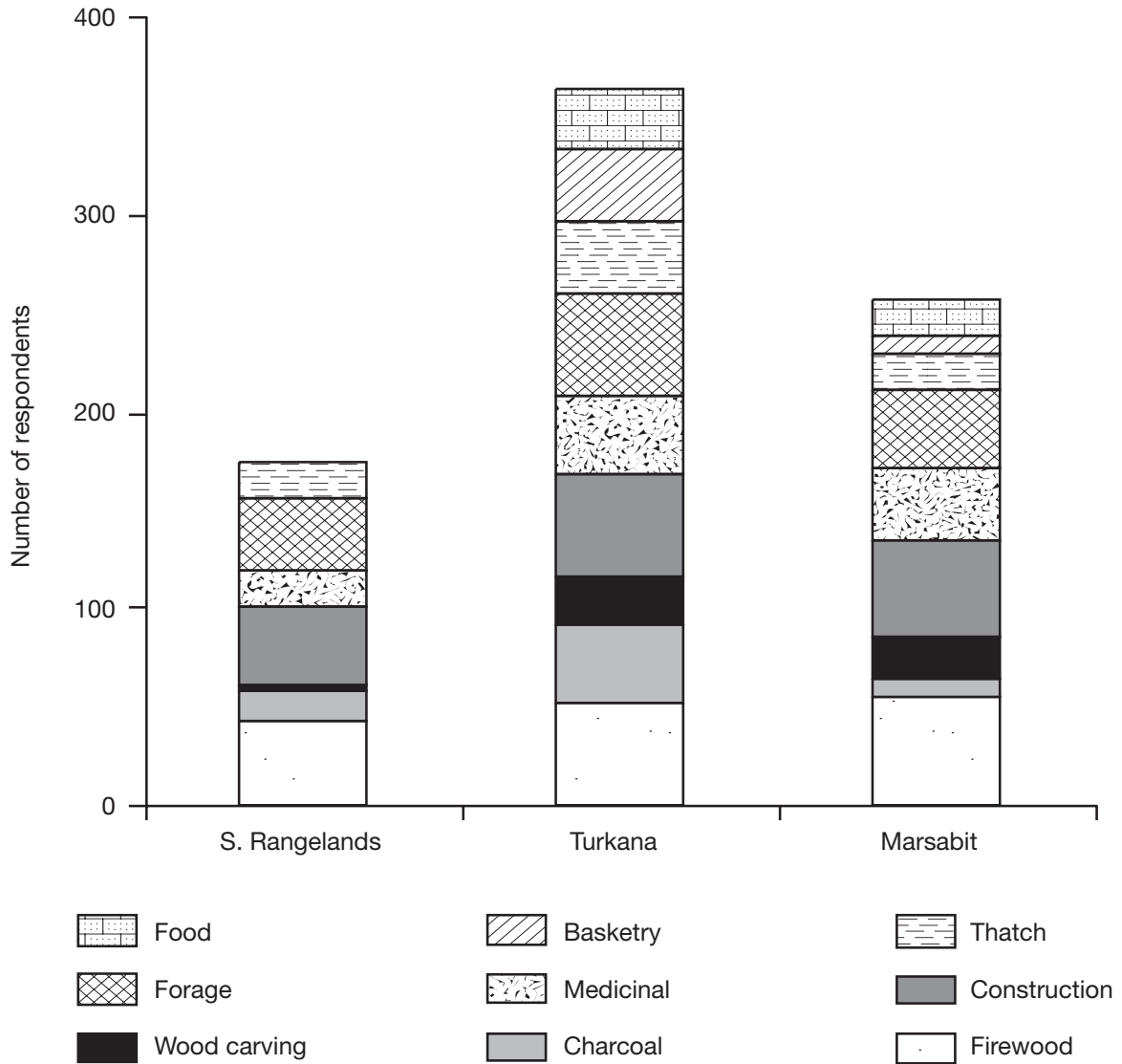


Figure 2: Cumulative responses (number of respondents) on woodland use by communities from the three sites.

**Grassland status**

As was the case with the woodlands, there was varied response in grassland status from the community members in the three sites, with a higher response of grassland decrease in southern rangelands in Marsabit than in Turkana (Figure 3).

In southern rangelands there was a single respondent confirming an increasing trend in grassland status and 21 community members who thought that grassland was decreasing. In both Turkana and Marsabit there was a diversity of responses. In Turkana the number of respondents attributed to the constant, increasing and decreasing grassland status was 6, 8 and 21 respectively, while in Marsabit the respective number for each response was 4, 5, and 36.

Controlled grazing in Turkana and periodic grassland replenishment after rains in Marsabit were the main factors associated with the constant grassland status. Rainfall was also associated

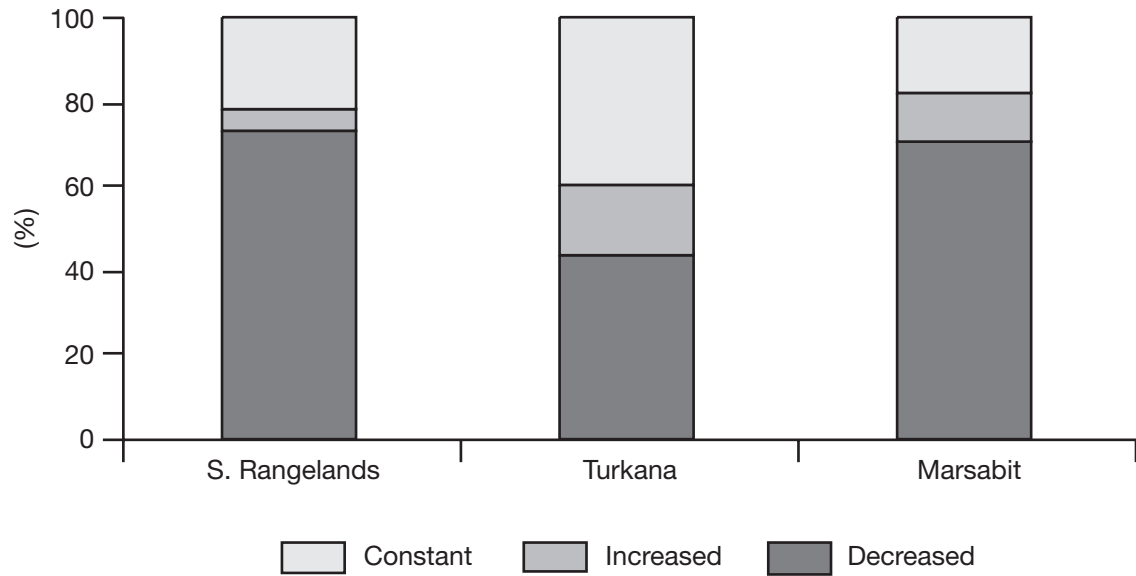


Figure 3: Percentage of respondents

with grasslands increase in both sites. Over-exploitation was singled out as the critical factor causing grassland decimation in the three sites, with 21 affirmative households in southern rangelands and Turkana and 36 confirmatory cases in Marsabit.

**Vegetation and bush cover**

The survey attempted to get an overall view of vegetation and bush cover status in the three sites. Vegetation cover was discussed as a positive environmental parameter while bush cover was perceived as an indicator of land degradation. The output of communities’ perception about vegetation cover trends is shown in Figure 4.

Figure 4 reveals greater knowledge on the changing cover vegetation trend in all the sites, with responses coming from nearly all the sites. Vegetation cover was reportedly on the increase in both Turkana and Marsabit because of the aforementioned higher frequency of community

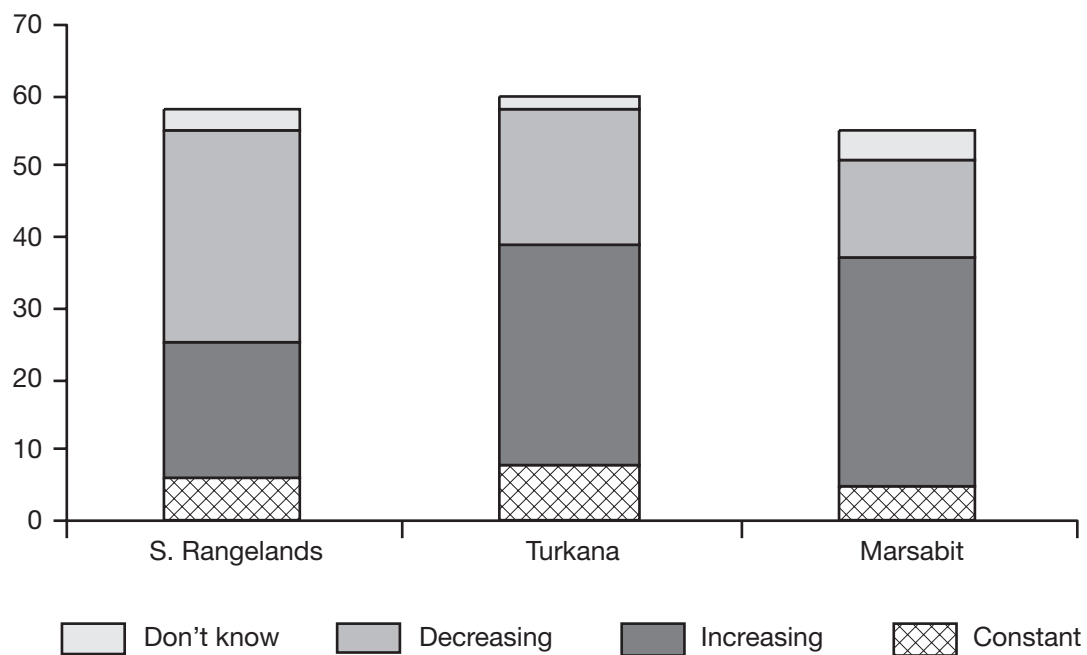


Figure 4: Cumulative responses on vegetation status for each site

natural resources management strategies. The Turkana case appeared unique when respondents attributed accelerated regeneration to goats, a fact that has already been documented (Reid and Ellis 1995). This positive relationship is attributed to enhanced germination of *Acacia* seed after passing through the goats' digestive system.

Although livestock production and agriculture have contributed to vegetation cover decrease in all the sites, fuelwood and charcoal production have also remained as serious threats to vegetation cover due to high dependency on wood fuel (Kirubi et. al. 2000, Haro 1990).

In all sites, there were interactions between community members and government departments on forestry with 24, 34 and 17 respondents confirming such interactions in southern rangelands, Turkana and Marsabit respectively. This interaction may also have contributed to perceived vegetation cover increase, since tree planting and conservation are among the issues dealt with in forestry and both have a positive contribution to vegetation cover.

### **Bush status**

There was high response on bush status in all the sites (Figure 5). Since bush is an indicator of land degradation, there is greater land degradation concern in Marsabit than in the other two sites. However, the case of *Prosopis juliflora* invasion in the Turkwel ecosystem and invasion of farm by *Hyphaene compressa* (Doum Palm) were mentioned as serious environmental constraints. In southern rangelands, bush was associated with pasture and farm degradation.

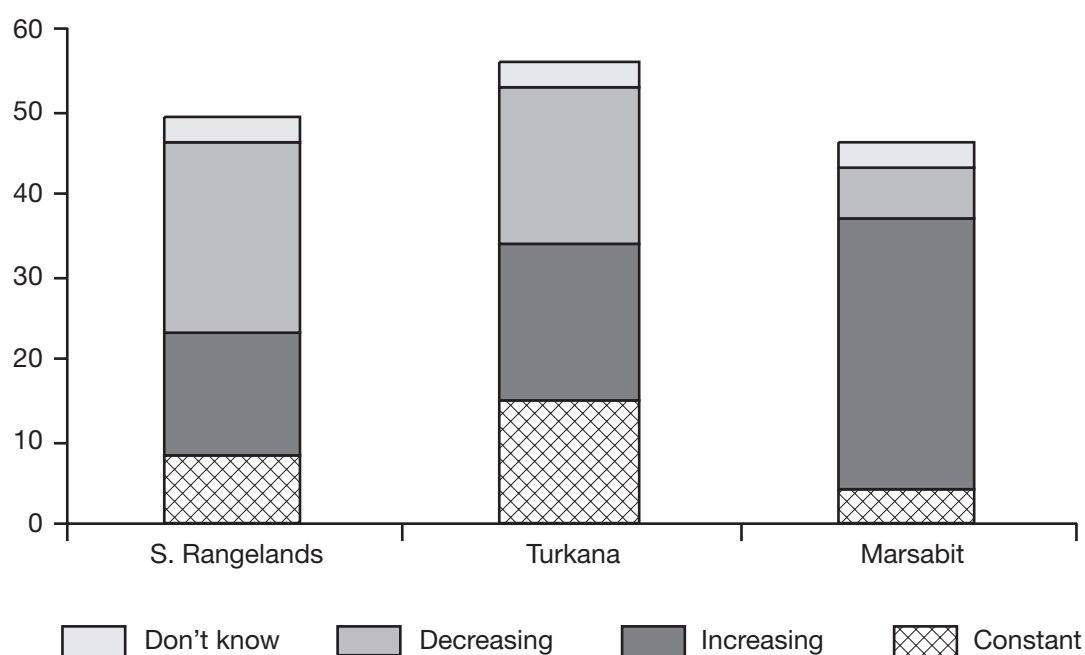


Figure 5: Cumulative responses on grassland status in each site

### **Plant species**

The objective of this section was to obtain data on plant species, their uses and communities' perception about the status of those plants. Through cross-reference, the section was also expected to reveal threatened and endemic species for conservation. Results of this component were transformed into a spreadsheet from where an aspect query output can easily be obtained because of the large number of species encountered.

Most of the crops were grown in the southern rangelands where there is more arable land than in Turkana and Marsabit districts. The assumed indigenous knowledge for this kind of diversification is that a diversity of crops protects the farmer against complete crop failure in the event of a drought. For example, while pulses might fail, the farmer will fall back on his root crops for the food security of his family.

Out of the 56 species recorded, only 8 were trees. The biodiversity of the forest is low, considering that most other species are annuals and their presence is only assured immediately after the rains.

### **Policy/legislative framework and indigenous knowledge on natural resources**

Globally, a pre-requisite for proper natural resources management is that every government must have sufficient political will to conserve and treat natural resources as limited and finite (Gregersen et al., 1993). In most cases this has to be related to land uses such as agriculture and forestry resources for sustainability of local communities' economic and social welfare. Such land uses should be viewed as interdependent and complementary whereby communities derive their entire livelihood from the surrounding natural resources without compromising their status through conflicts (Longley and Maxwell 2003).

For sustainability, natural resources should be apportioned into management units and integrated into appropriate uses so that overall developmental programme in conservation, propagation and sustainable utilization for economic and social needs of communities could be appreciated. Moreover, synergy and synchrony of wise use of these resources would require proper control mechanism and dispensation supported by a policy either through governmental or traditional authority (Longley and Maxwell 2003). Such policies should include careful consideration of the responsibility of each stakeholder in promoting the range of biodiversity conservation measures to avoid resources degradation. These measures should aim to achieve the following:

- Improved standard of living
- Maintaining environment for continuity of production of utilizable products
- Increased benefits through integrated resources management
- Mitigating deforestation and land degradation.

## **Niger**

### ***Koure site***

Table 2 shows that 26 woody species were lost in the Koure site (Table 2). Records also showed that several of these species were present in the site. This list is, however, based mainly on the results of the survey, as some species were not listed in the recent records to give evidence of their existence in the zone. Species, such as *Nauclea latifolia*, *Parinari curatellifolia*, *Maytenus senegalensis*, and *Crossopteryx febrifuga* can be cited. The populations justify the loss of these species as due to the aridity of climate and overexploitation that destroys biotypes and several species.

Only four species were noted as lost, according to the people interviewed. This can be explained by the lack of knowledge about the herbaceous species among the population. The results of the survey showed that there are 91 local names of species, but only four species were considered as lost.

Table 3 shows that 23 woody species and seven herbaceous species are endangered. Because of the perturbation of the micro-climate of the under wood, their seeds do not germinate and the seedlings do not also grow.

Lost and endangered species differed from one site to another. With one species, for example *<2rd,>* means that from the three village sites, two indicated that the species became rare and the third village indicated that the species disappeared. This implies that in the event of reintroduction or restoration, demands will be distinct.

It is difficult to compare these results since there are very few studies that addressed these issues. It is, however, noted that surveys that were conducted by foresters from INRAN (between 1990 and 1993) on the woody species gave similar results to the ones showed here. Wezel and Haigis (2000) and Wezel and Schmelzer (2002) found different results from the three villages in the Koure site. These showed the variation of the loss from one village to another but the species in regression are not listed among the lost nor endangered ones.



Table 2: Plant species lost, Koure site

	Scientific name	Kouré Past	Kouré Prés
Woody species	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	2a	d
	<i>Burkea africana</i> *	1a	d
	<i>Cochlospermum tinctorium</i>	2a	d
	<i>Crataeva adansonii</i>	a	d
	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	a	d
	<i>Fadogia agrestis</i>	3a	d
	<i>Feretia apodanthera</i>	a	d
	<i>Ficus cycomorus</i>	a	d
	<i>Ficus glumosa</i>	2a	d
	<i>Ficus platyphylla</i>	3a	d
	<i>Grewia bicolor</i>	3a	d
	<i>Indigofera tinctoria</i>	3a	3d
	<i>Khaya senegalensis</i>	2a	2d
	<i>Maytenus senegalensis</i>	a	d
	<i>Nauclea latifolia</i>	2a	2d
	<i>Ozoroa insignis</i>	2a	2d
	<i>Parinari curatellifolia</i>	2a	2d
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	3a	3d
	<i>Sterculia setigera</i>	3a	3d
	<i>Strychnos innocua</i>	2a	2d
	<i>Strychnos spinosa</i>	3a	2d
	<i>Tapinanthus dodoneifolius</i>	2a	2d
	<i>Tapinanthus globiferus</i>	2a	2d
	<i>Vitellaria paradoxa</i>	3a	2d
	<i>Ximenia americana</i>	2a	2d
	<i>Bombax costatum</i>	3a	2d, r
	Herbaceous species	<i>Cassia occidentalis</i>	2a
<i>Cienfuegosia digitata</i>		2a	2d
<i>Hyperthelia dissoluta</i>		3a	3d
<i>Crinum ornatum</i>		a	d

Nb- \* = not mentioned in the site; 2a= 2 of the villages surveyed indicated the taxon as abundant; x d= the taxon was declared as lost in x villages surveyed. Note that each village consists of 7 sub-villages and in each village, there are 5 questionnaires, about 15 persons interviewed. Past. = (>25 years) Pres. = 2003

### Plant Genetic Resources

In this site, there are at least 31 cultivated species. Among the trees, Moringa, date palm, and henné were listed among the local species, as lost or endangered.

There is a wide variability of local varieties. There are 17 cultivars of Hibiscus and cowpea, 15 of calabash and cassava, 14 of sorghum, 13 of pearl millet, etc. (Saadou 1998). These cultivars are conserved using farmers' methods, from one rainy season to another, seldom for more than two years.

The causes of loss and regression include the decrease in rainfall, the poor quality of the grain, the long vegetative cycle, the competition within introduced and improved varieties, the lack of seeds (i.e. fonio) and the need for high labour force.

There are at least 159 species out of which 50 are woody species and 109 are herbaceous. This vegetation does not show any endemism. Species such Combretum (*C. glutinosum*, *C. nigricans*, *C.*

Table 3: Endangered plant species in the Kouré site

	Scientific name	Kouré Past	Kouré Prés
Woody species	<i>Ipomoea carnea</i>	2a	2r
	<i>Acacia senegal</i>	3a	2d, r
	<i>Acacia seyal</i>	2a	d, r
	<i>Adansonia digitata</i>	3a	d, 2r
	<i>Cadaba farinosa</i>	a	d
	<i>Celtis integrifolia</i>	2a	d, r
	<i>Combretum nigricans</i>	3a	d, 2r
	<i>Commiphora africana</i>	3a	d, 2r
	<i>Croton zambezicus</i>	2a	2d
	<i>Detarium microcarpum</i>	3a	d, 2r
	<i>Diospyros mespiliformis</i>	3a	d, 2r
	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	3a	d, 2r
	<i>Grewia fabreguesii</i>	2a	d, r
	<i>Lannea acida</i>	3a	d, 2r
	<i>Lannea microcarpa</i>	3a	2d, r
	<i>Maerua angolensis</i>	2a	d, r
	<i>Maerua crassifolia</i>	2a	d, r
	<i>Prosopis africana</i>	3a	3r
	<i>Stereospermum kunthianum</i>	3a	2d, r
	<i>Strophanthus sarmentosus</i>	a	r
<i>Tamarindus indica</i>	2a	2r	
<i>Terminalia avicennioides</i>	3a	3d	
Herbaceous species	<i>Cassia italica</i>	2a	2r
	<i>Cassia tora</i>	3a	2d, r
	<i>Diheteropogon hagerupii</i>	3a	3r
	<i>Panicum laetum</i>	3a	2d, r
	<i>Tacca leontopetaloides</i>	3a	3r
	<i>Tephrosia obcordata</i>	3a	2r, d
	<i>Vetiveria nigriflora</i>	2a	2r

Nb- 2a= 2 villages surveyed indicated the taxon as abundant; x d= the taxon was declared as lost in x villages reviewed. Note that each village consists of 7 villages and each village, there are 5 questionnaires and about 15 persons interviewed. Past. = (>25 years) Pres. = present (2003).

*micranthum*) and *Guiera senegalensis* provide most of what is needed for fuel wood for the populations in the zone. Furthermore, *Faidherbia albida* and *Balanites aegyptiaca*, agroforestry parcs provide fuel wood and other products (fruits, pods, aerial forage).

### Mayahi-Baban Rafi site

#### The protected forest of Baban Rafi

There are 179 species distributed between 47 families of Angiosperms and two classes of Bryophytes. There are no endemic species. Some of the species found the forest include *Commiphora pedunculata*, *Voacanga africana*, *Boswellia odorata*, *Isobertinia doka*, *Rytiginia senegalensis*, *Trochomeria macroptera*, *Baissea multiflora*, etc.

One of the particular traits of the flora is the 'doumier' (*Hyphaene thebaica*) that receives a lot of attention because of its multiple advantages (food and income generation from the leaves).

In the field it is noted that there is a valorisation, of *Andropogon gayanus* that is used for making hangars (granaries and huts) and whose residues can be used for forage.

### **The Fakara region**

From sub-humid savannas to desert during the quaternary, the Fakara vegetation evolved during the twentieth century from a Sahelian savanna to largely eroded park cropland. Vegetation is composed of two main components: the herbaceous layer dominated by long cycle annual grasses, and a scattered population of small trees and shrubs. Unlike other arid ecosystems, perennial grasses and under-shrubs are not common. The severity and long duration of the dry season inhibits perennials and succulents, while the seasonal regularity of the rains favours annuals with seeds that germinate actively with the first rains (Hiernaux 2000).

In contrast to other arid and semi-arid areas of Africa (e.g. Namib, Karoo), there are few endemic species in the Sahel because of the amplitude of fluctuations in environment conditions currently and during the quaternary, and the relative homogeneity of the soil background. Some species are rare locally, either because they are close to the limits of their distribution area or due to the small extent of their specific habitat, such as wetlands or rocky outcrops. The transient nature of the seed stock causes the sharp changes in herbaceous vegetation composition often witnessed in monitoring studies (Cissé 1986; Boudet 1981, Carrière 1989, Grouzis, 1988). In spite of the wide amplitude of the inter-annual changes in production and species composition, natural vegetation is remarkably resilient to droughts, as demonstrated by the spectacular spontaneous 'regenerations' of northern Sahel rangelands following the drought crises in 1973-74 and 1983-84 in the Gourma region in Eastern Mali (Hiernaux 1995, de Leeuw 1993). The monitoring of woody plant populations in Sahelian rangelands indicates active dynamics, although at a more extended time scale than for the herbaceous community, including drought-induced mass mortality of populations that at some time lag after droughts, and occasional waves of regeneration.

Conservation and management of the biodiversity of the Sahelian agro-ecosystem is the way forward to combat desertification. It targets enhancing the resilience of the agro-ecosystem to increasing stresses and disturbances, and it also aims at providing options to farmers to improve their livelihood and escape poverty, which is a major cause of ecosystem degradation.

Based on the sole criteria of species richness, the biodiversity of the Sahel flora and fauna appears relatively poor in comparison with other arid or semi-arid systems, such as the Karoo-Namib in southern Africa and the Horn of Africa. The level of endemism in the flora as well as the fauna is low, the Sahel being considered by bio-geographers a transition zone between the Soudano-Zambeian and the Saharo-Sindian zones of endemism (Aubreville 1949).

The relative poverty of the flora and the endemism could be explained by a combination of factors. At macro scale, these factors include the overall uniformity of the climate at the dry end of a monsoonal system, the absence of mountains (only isolated and at the periphery) and the overall similarity of the edaphic conditions based on a geological and paleo-climatic heritage common across very large areas. This overall uniformity associates with the amplitude of the climatic fluctuations during the quaternary, with climates remaining tropical but changing widely, back and forth, along the arid-humid gradient. At meso-scale, the amplitude variations in rainfall distribution, both across space and over time during the monsoonal wet season, result in large inter-annual changes of the edaphic environment at any given site in the Sahel. Finally, at micro-scale, the redistribution of water by run-off and infiltration, and nutrients carried by the water, wind or transferred by the fauna, enhance the diversity of habitats although it does not systematically buffer their inter-annual variations.

The main hypothesis is that the desertification trend can be avoided or reversed by adopting resource management policies aiming at enhancing the resilience of the agro-ecosystem through conserving or strengthening its biodiversity and improving farmer's livelihoods by intensifying and diversifying mixed crop-livestock productions. Intensifying agriculture would enhance farmers' livelihoods and also reverse the trend for environment degradation as enumerated below.

- Promoting the integration of cropping and livestock husbandry at all scales from farm up-wards: Expected biological benefits of this integration stems from higher resource use efficiency and functional stability of ecosystems as the trophic systems get more complex. Economy of scale, diversification of products and more balanced labour calendar are the base of the expected economic benefits, while diversification and strengthening of skills, social networks, and cultural values would support the social and cultural benefits.
- Diversification of crop and livestock production: This option would target especially trade-oriented commodities, with a special focus on dual purpose legume on the crop side, and poultry and small ruminant on the livestock side.
- Promoting the off-farm input: These inputs would include small amounts of inorganic fertilizers, pesticides for cash crops (especially legumes), mineral feed supplement and basic vaccinations of livestock to enhance productivity of targeted commodities. All these can have residual and snowball effects on the ecosystem productivity.
- Better integration of woody plant management: This option would combine crop and livestock activities, with special focus on the biological, economic, social and tenure aspects of the traditional agro-forestry systems: parkland and field edges.

These options need to be adapted to each farm type because farming systems are so diverse in terms of access rights, productive assets, labour and skills. Their adoption and development by farmers entail social and environmental costs that should be evaluated and discussed among agricultural development partners. There are economic, social and political prerequisites to the adoption and development of these options by the farmers. The use of external inputs as well as the marketing of cash crops, livestock products, wood and related products, depends on the market situation, and national and international regulations. Access rights and tenure system depends on social institutions and laws that are in turn influenced by the regional and global political environment.

### Mali

An endemic species is defined as an individual or group of individuals that characterize a given geographic entity. All the species cited by the populations are not endemic, but rather their density was high a few decades ago. This is why the endemic species cited by the populations are often endangered in some localities in the same agro-ecological entity in Gourma. However, they are considered endemic, because of their importance for the locality. Woody species are *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphys mauritiana*, *Acacia nilotica*, *Acacia seyal*, *Mitragina inermis* and *Boscia senegalensis*. Herbaceous species are *Cenchrus biflorus*, *Zornia glochidiata*, *Panicum leatum* and *Vetivera nigriflora*. The complete list of endemic species is shown in Table 4.

The two main factors causing the loss of species, as indicated by the resource persons are man made pressure and climatic factors. Drought is the main climatic factor that has caused the loss of species in the Gourma zone during the past 30 years. In addition, other causes are the invasion by livestock herders from other localities and neighbouring countries. The migration of livestock into the Gourma zone resulted in an increase in the demography that caused the pressure on the biodiversity.

### Senegal

The characterization focused mainly on *Moringa oleifera* (nébédaye en oulof) and *Hibiscus sabdariffa* (bissap en oulof).

#### *Moringa oleifera*

Farmers are interested in *Moringa oleifera* for its use as windbreak in their farms, around fields of cassava and okra. *Moringa oleifera* leaves are harvested three times a year and dried for 3 to 4 days before being stored in bags.

Most of the production of Moringa from the farmers' backyard is for consumption and as gifts to neighbours. There is a high correlation between the availability of groundnut and the consumption of Moringa.

### *Hibiscus sabdariffa* L. (Bissap)

Data on *Hibiscus sabdariffa* (Bissap) were collected mainly in the dry season. Bissap is also grown during the rainy season in association with groundnut. Bissap is destined for commercialization in the 138 basins of red bissap (variété Vimto) and 81 basins of white bissap.

Table 4: Endemic species in the Gourma zone, Mali

Scientific name	Tessit	In-Tillit	Gossi	Ouinarden	Wami	G. Rhaous	B-Maoudé	Total
<i>Balanites aegyptiaca</i>	7	8	9	6	9	6	10	55
<i>A. senegal</i>		3	6	3			2	14
<i>A. albida</i>	2				4			6
<i>A. nilotica</i>	2	5	6	8	6	3		30
<i>A. seyal</i>	3	2	4	7	6			22
<i>Cenchrus biflorus</i>	5	7	7	9	6	4	7	45
<i>Schoenolofeldia gracilis</i>		3		2	3	2	2	12
<i>Aristita</i> spp.	2	5	4	5		2	4	22
<i>Tribulus terrestris</i>	3					2		5
<i>Commiphora africana</i>	2		2		5			9
<i>Ximenia americana</i>					2			2
<i>Calotropis pocera</i>		2					3	5
<i>Euphorbia balsamifera</i>		2					6	8
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>							3	3
<i>Zornia glochidiata</i>							4	4
<i>Panicum leatum</i>	3		8		5			16
<i>Echinochloa staguina</i>	2							2
<i>Panicum turgidum</i>				2				2
<i>Oryza bartii</i>				2				2
<i>Farsetia ramociodes</i>				2				2
<i>A. ererbergina</i>		2		2	6			10
<i>Ziziphys mauritiana</i>	7	8	9	6	9	6	10	55
<i>Corchorus tridens</i>					2			2
<i>Combretum glutinosum</i>	2				6			6
<i>Mitragina inermis</i>				3				3
<i>Boscia angustifolia</i>							2	2
<i>Tragus berteronicus</i>					2			2
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>				2				2
<i>Piliostigma reticulatum</i>					5			5
<i>Vetivera nigritiana</i>	2							2
<i>A. raddiana</i>	7	6	7	9	7	3	5	44
<i>Tamarindus indica</i>					7			7
<i>Andropogon gayanus</i>	2						3	5
<i>Maerru crassifolia</i>	3		5	6				14
<i>Bauhinia rufusdens</i>	2							2
<i>Boscia senegalensis</i>	4		3	9			3	19
<i>Grewia villosa</i>			3					3
<i>Echinochloa orizetherum</i>			5					5



## Zimbabwe

Heavy reliance by rural communities on common property resources, such as forests and pastures led to the emergence of the management challenge, resulting in increasing deforestation, soil erosion and overgrazing. These factors, among others, such as climatic variability (rainfall extremes) continue to put pressure on environmental richness of especially the marginal areas and are essentially responsible for the rapid desertification and loss of biodiversity.

The vegetation consists principally of miombo woodlands. Areas with sandy soils over impermeable clay support *Colophospermum mopane* that occurs in association with *Acacia tortilis* and *Terminalia sericea*. Because of land pressure, most flat areas have been cleared to pave way for the production of food crops. The remaining natural vegetation in the district is found on hills, along watercourses and remnant trees on cultivated lands.

There is high loss of hardwood species in Chivi District through commercial woodcarving. The extreme danger posed by the woodcarving industry to forest resources in the district is the localized timber harvesting and the selectivity to particular species. This causes, among other things, loss of habitat for some species of wildlife and genetic capability for future regeneration. The most favoured species, *Azelia quanzensis*, does not coppice when cut. Much of the curio wood comes from the communal areas where standing trees in agricultural fields are cut down.

## Burkina Faso

In the pilot study where vegetation rows were used to recuperate land and restore agrobiodiversity, the survival rate for the trees varied from 51 to 93 %, with *Acacia raddiana* having the greatest survival rate (93 %) and *Acacia senegal* a rate of about 67 %.

## References

- Aubréville A. 1949. Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Vol. 1, 381 pp. Paris, France.
- Boudet G. 1981. La végétation sahélienne, son évolution et sa gestion par l'homme, Maisons-Alfort.
- Carrière M. 1989. Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (Région de Kaédi); analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé. IEMVT-CIRAD, Maisons-Alfort (France), 238 pp.
- Cissé AM. 1986. Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sahélienne. Thesis, Agriculture University, Wageningen: 211 pp.
- De Leeuw PN, Diarra L, Hiernaux P. 1993. An analysis of feed demand and supply for pastoral livestock in the Gourma region of Mali. In: Behnke jr RH, Scoones I and Kerven C (eds.), Range Ecology at Disequilibrium. New Models of Natural Variability and Pastoral Adaptation in African Savannas, pp 136–152. Overseas Development Institute, London, UK.
- Gregersen H, Arnold JEM, Lundgren A, Contrera HA, De Montalembert, MR., Gow D. 1993. Assessing forestry projects impacts: Issues and strategies. FAO Forestry paper 114 pp.
- Grouzis M. 1988. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse de doct. d'état, sciences naturelles, université de Paris Sud: 336 pp.
- Haro G. 1990. Transitional wood management system along the Turkwel Riverine woodland: a case of semi-nomadic Turkana, Kenya. Msc Thesis Agricultural University of Norway.
- Hiernaux P. 1995. Spatial heterogeneity in Sahelian rangelands and resilience to drought and grazing. In West, N.E. (ed.), Rangelands in a sustainable biosphere. Proceedings of the Fifth International Rangeland Congress, vol 2: 232-233.
- Hiernaux P. 2000. Implications of the 'new rangeland paradigm' for natural resource management. pp: 113-142. In: Adriansen H, Reenberg A, Nielsen I (eds.), 'The Sahel: energy supply, economic pillars of rural Sahelian communities, need for revised development strategies'. Proceedings of the 12th Danish Sahel Workshop. Occasional Paper 11, SEREIN, Copenhagen.
- Kirubi C, Wamicha WN, Laichena JK. 2000. The effects of woodfuel consumption in the ASAL areas of Kenya: the case of Marsabit Forest. African J. of Ecology 38:47-52
- Longley C, Maxwell D. 2003.. Livelihood, chronic conflicts and humanitarian responses: A review of current approaches. Natural Resources perspectives: ODI- DFID No. 89.
- Reid RS, Ellis JE. 1995. Impacts of pastoralists on woodlands in Southern Turkana, Kenya: livestock – mediated tree recruitment. Ecological – Applications 4:978-992
- Saadou M. 1990. La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de Docteur ès - Sciences Naturelles. - Université de Niamey. 395 pp. + annexes.

- Saadou M. 1998. Eléments constitutifs de la biodiversité végétale. Rapport scientifique au CNEDD.
- Wezel A, Haigis J. 2000. Farmers perception of vegetation changes in semi-arid Niger. *Land degradation and development*, 11:523-534.
- Wezel A, Schmelzer G. 2002. Changes in the floristic structure of a protected fallow site in the Sahel. *Etudes flor.vég. Burkina Faso*, 6:3-8.

## Rôle des ressources génétiques dans l'essor du secteur bananier plantain en Côte d'Ivoire

S. Kouassi Koffi

Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) Station de Recherche de Bimbresso, Abidjan

### Résumé

Le secteur bananier plantain ivoirien est encore informel, caractérisé par: 1) des variétés traditionnelles peu productives (2 à 8 kg/régime), sensibles à la maladie des raies noires, aux nématodes et aux charançons; 2) des pratiques culturales extensives et itinérantes; 3) une production fortement influencée par les saisons. Ce secteur est davantage fragilisé par l'inorganisation du réseau de distribution et l'absence d'information permanente sur l'offre dans les différentes régions. De plus, les producteurs utilisent du matériel végétal de plantation 'tout venant', nonobstant l'importance du choix de la variété dans la rentabilité de l'exploitation. Cette mégarde constitue la plaie la plus évidente à soigner. Petit à petit, le système de culture évolue de la polyculture extensive itinérante vers la monoculture intensive sédentaire où la composante 'variété' est essentielle. Dans cet élan, la collection de bananiers (*Musa* spp.) du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) riche de 167 accessions dont 47 variétés de plantain représente le fer de lance du secteur bananier plantain. L'approche participative de la recherche mise en œuvre actuellement par le CNRA a créé un engouement des planteurs pour les variétés améliorées, de petites tailles et résistantes aux stress.

### Introduction

La banane plantain constitue l'une des principales bases de l'alimentation en Côte d'Ivoire. Elle représente 19% des produits vivriers avec près de 2 millions de tonnes produites chaque année. Depuis 1987, le développement de nouveaux marchés en Afrique de l'Ouest et en Europe a suscité une forte propension à l'exportation de la banane plantain. Cette dynamique au sein du secteur plantain sous-tend la nécessité d'améliorer les conditions de production et de commercialisation. Le secteur économique bananier plantain peut être perçue comme une représentation des relations d'échange de produits et d'informations entretenues par l'ensemble des acteurs directement concernés par la banane plantain. Ces acteurs sont les communautés rurales entant que producteurs, les commerçants distributeurs des produits, les chercheurs ayant en objet le bananier plantain, et l'Etat entant que planificateur du développement agricole.

Le Golfe de Guinée est une zone secondaire de diversification des bananiers plantain (Tezenas du Montcel 1989). De ce fait, les producteurs sont en contact avec plusieurs variétés. La variabilité des rendements dans les bananeraies paysannes est inféodée, pour une part, à cette diversité des ressources génétiques. Habituellement, les bananeraies sont créées à partir de rejets 'tout venant' prélevés dans les plantations précédentes. Mais, l'insuffisance chronique de rejets a créé un besoin permanent en matériel végétal de plantation qui limite, d'une part, l'extension des plantations et, d'autre part, la productivité de la culture du bananier plantain. En outre, les rejets infectés, transportés d'une plantation à une autre, contribuent à la propagation des parasites racinaires qui réduisent davantage la productivité des exploitations. De plus, la disponibilité des rejets dans le temps et dans l'espace est influencée par les aléas pédoclimatiques (qualité du sol, pluie, ensoleillement, etc.) et les pratiques culturales (oeilletonnage, fertilisation, etc.). Malheureusement, 90 % des rejets utilisés dans les plantations de bananier plantain en Côte d'Ivoire proviennent de variétés non identifiées généralement à très faible potentiel de production (2 à 8 tonnes par hectare). Or, pour améliorer les systèmes de production, l'un des paramètres à considérer, est la performance intrinsèque des variétés cultivées. C'est pourquoi, l'évolution de la culture du bananier plantain du système itinérant traditionnel vers le modèle intensif doit s'appuyer nécessairement sur une exploitation judicieuse des ressources génétiques d'une part, et sur un dispositif moderne et performant de production de matériel végétal de plantation de qualité, d'autre part.

La présente note passe en revue les utilisations traditionnelles des ressources génétiques de bananier plantain et indique les efforts déployés par le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) pour valoriser ces ressources génétiques dans le sens de l'amélioration de la productivité des bananeraies de Côte d'Ivoire.

### **Généralités sur le secteur économique bananier plantain**

Le secteur plantain est encore traditionnel et informel: ni la production, ni la commercialisation, ni la distribution n'est organisée. La plupart des pistes de desserte des plantations sont en mauvais état. En période de pluie, une bonne partie de la production est abandonnée sur les lieux de production. Selon les statistiques agricoles (CCI 1985; MINAGRA 1998; ANADER 1997), il ressort que la production augmente de façon linéaire (Figure 1). L'accroissement de la production est dû plus à une augmentation des surfaces cultivées qu'à une intensification de la culture. On enregistre généralement une période d'abondance de production de plantain d'octobre à mars et une période de pénurie d'avril à septembre du fait que les plantations se créent au cours de la grande saison de pluie d'avril à juin. Depuis 1987, la banane plantain est le premier produit vivrier de la Côte d'Ivoire exporté vers les pays de l'Union Européenne. Les exportations sont également importantes et régulières en destination des pays de l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Mali, Sénégal, Niger, Ghana, Libéria).

L'analyse prospective du secteur bananier plantain a fait ressortir cinq facteurs principaux susceptibles de l'influencer significativement dans les prochaines années (Kouassi Koffi 2001): le matériel végétal de plantation, les régimes fonciers, le système de commercialisation, le système de production, la technique de conservation du fruit à l'état vert.

Le facteur 'matériel végétal de plantation' relève l'importance des ressources génétique dans l'avenir du secteur économique plantain. Le matériel végétal de plantation influe directement sur: les surfaces cultivées, les rendements, les infestations parasitaires.

En effet, les surfaces cultivées sont en rapport avec la disponibilité du matériel végétal de plantation; la disponibilité étant elle-même liée à la performance des systèmes de production et de distribution. En outre, l'origine génétique du matériel végétal de plantation détermine les rendements en combinaison avec les systèmes de culture pratiqués. La manière dont les ressources génétiques sont exploitées détermine donc la performance du secteur économique

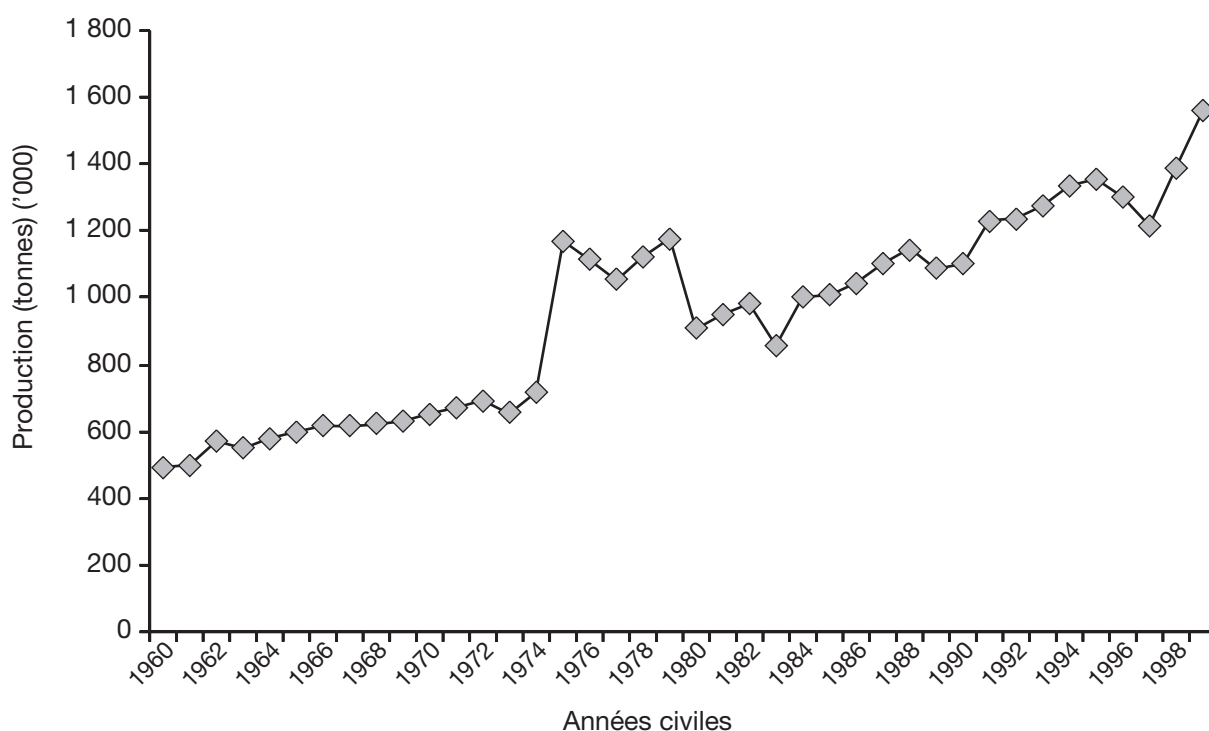


Figure 1: Production de banane plantain en Côte d'Ivoire (1960-1999)

bananier plantain. Un matériel végétal de bonne qualité (sain et performant) permettrait d'augmenter les quantités produites.

### **Les ressources génétiques de *Musa* en Côte d'Ivoire**

Des variétés de bananiers (*Musa* spp.) ont été collectées à la suite de prospections en Côte d'Ivoire de 1950 à 1970 par l'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux (IFAC) et l'Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes (IRFA). Une collection a été constituée à 50 Km d'Abidjan à Azaguié à 80 m d'altitude, 05°38' de latitude Nord et 04°05' de longitude Ouest (Figure 2). En 1998, le CNRA a hérité de cette collection qui comptait 167 accessions dont 22 hybrides introduits dans les années 1990 par l'Institut des Forêts (IDEFOR). Plusieurs groupes génétiques sont représentés dans la collection (Tableau 1). Cette diversité génétique disponible constitue un vivier pour l'amélioration de la productivité des bananeraies, notamment par des manipulations génétiques. Les bananiers plantain appartiennent au groupe génétique AAB et au sous-groupe Plantain; la collection en compte 47 dont 13 sont originaires de la Côte d'Ivoire (Tableau 2). Ces ressources génétiques sont conservées *in situ* (en champ). Il n'existe pas encore de collection *ex situ* (vitrothèque) de bananier plantain en Côte d'Ivoire. Le CNRA a poursuivi les collectes de

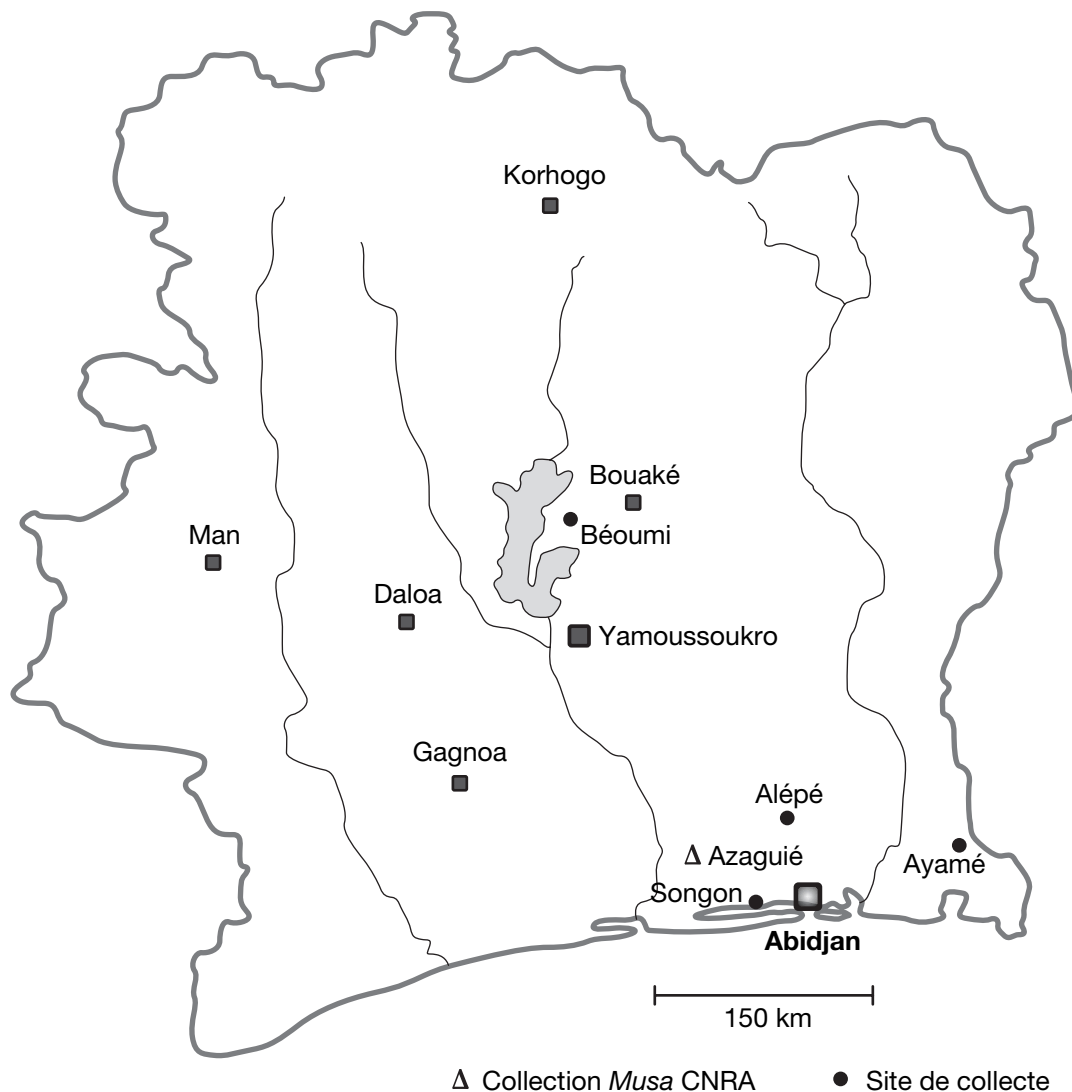


Figure 2: Sites de collecte de nouvelles variétés de bananier plantain en Côte d'Ivoire



Tableau 1: Diversité génétique des *Musa* dans la collection du CNRA en 1998

Groupes génétiques	Nombre d'accessions
AB	4
AA	3
AAA	29
AAB	64
ABB	18
AAA (hybride IMTP)	1
AAAB (hybrides IMTP)	19
AABB (hybrides IMTP)	2
Espèces sauvages	16
Accessions non identifiées	11
Total	167

Tableau 2: Variétés de bananier plantain originaires de Côte d'Ivoire dans la collection de Musacées du CNRA en 1998

N°	Variétés	Type
01	Assouba	Vrai Corne
02	Diby 1	Vrai Corne
03	Diby 2	French
04	Lorougnon	Faux Corne
05	Corne 1	Faux Corne
06	Corne 3	Faux Corne
07	Corne 4	Faux Corne
08	Corne 5	Faux Corne
09	Owang	Faux Corne
10	3 Vert	Intermédiaire entre French et Faux Corne
11	French 2	French
12	Krindjabo	French
13	Banadie	Faux Corne

variétés en Côte d'Ivoire pour accroître la base génétique. Ainsi, 15 nouvelles variétés de bananier plantain ont été collectées en basse et moyenne Côte d'Ivoire (Figure 2). L'effectif des bananiers plantain est passé à 62, soit un accroissement de 24 % (Tableau 3).

### **Utilisations traditionnelles des ressources génétiques**

#### **Les pratiques culturelles**

Traditionnellement, les paysans utilisent le bananier plantain pour créer l'ombrage nécessaire au bon développement des jeunes cacaoyers et caféiers. Ce qui fait dire que le bananier plantain est le pague du cacao. La dynamique spatio-temporelle de la production de banane plantain est liée à celle du binôme café/cacao (Figure 3). La zone far de production de cacao, appelée 'boucle du cacao' était située au Sud-est de la Côte d'Ivoire (région d'Ayamé) jusqu'à la fin des années 1980. Au début des années 1990, avec la diminution des forêts vierges du Sud-est, la boucle du cacao s'est déplacée au Centre-ouest (région de Gagnoa). Aujourd'hui, elle évolue vers l'Ouest (région de Duékoué, Man) toujours à la conquête de nouvelles forêts. Utilisées habituellement en pool génétique, les ressources génétiques de bananier plantain sont distribuées dans l'espace et dans le temps en suivant la dynamique de la boucle du cacao. Il

Tableau 3: Nouvelles variétés de bananier plantain collectées en Côte d'Ivoire (Kouassi Koffi 2003)

N°	Variétés	Origines	Date de collecte	Caractéristiques
1	Mlétia 1	Monga Koumassi, S/P Alépé	Mai 2002	Type French à fruit à apex arrondi
2	Monga	Monga Koumassi, S/P Alépé	Mai 2002	Produit 2 régimes de type Faux Corne
3	Agnirin 1	Abadjin Bimbresso, S/P Songon	Novembre 2002	Type French à gros doigts avec plusieurs mains
4	Doumé	Abadjin Doumé, S/P Songon	Novembre 2002	Régime à gros doigts à inflorescence intermédiaire entre Faux corne et French (voir type Elat)
5	Saci 1	OCAB Abadjin Doumé, S/P Songon	Novembre 2002	Régime à gros doigts à inflorescence intermédiaire entre Faux corne et French (voir type Elat)
6	Saci 2	OCAB Abadjin Doumé, S/P Songon	Novembre 2002	Régime à gros doigts à inflorescence intermédiaire entre Faux corne et French (voir type Elat)
7	Saci 3	OCAB Abadjin Doumé, S/P Songon	Novembre 2002	Type Faux Corne de grande taille
8	Saci 4	OCAB Abadjin Bimbresso, S/P Songon	Février 2003	Type French à gros doigts à fruits de coloration vert clair
9	Red Heart	Sanhoukro, S/P Ayamé	Février 2003	Fruit à pulpe orangé avant maturité
10	Agnirin 2	Sanhoukro, S/P Ayamé	Février 2003	Type French à long régime (plusieurs mains)
11	Mlétia 2	Abadjin Kouté, S/P Songon	Avril 2003	Type French à fruits court < 12 cm à bout arrondi
12	Blofouet	Anguédédou, S/P Songon	Avril 2003	Fruit à peau jaune orangé avant maturité (voir M'bouroukou N°1)
13	Afoto 1	Abadjin Kouté, S/P Songon	Avril 2003	Type Faux Corne à gros doigts perpendiculaires et régime pendant vertical
14	Kangaley	Sanhounty, S/P Béoumi	Avril 2003	Fruits à peau tachetée à l'image du tigre
15	Violet d'Abidjan	Yopougon, Ville d'Abidjan	Avril 2003	Tronc de couleur violet (voir N'zorba)

faut noter également que la cacaoculture a favorisée des mouvements migratoires dans le pays. Les communautés attachées à la culture du café et du cacao, notamment les Agni et les Baoulé du groupe Akan ont été l'objet de ces migrations, mais également, de fortes communautés du Mali et du Burkina Faso y ont été mêlées. Ces dernières, ont adopté la culture du bananier plantain et ont contribué à la dissémination des ressources génétiques dans les zones forestières.

Les systèmes traditionnels de culture sont extensifs et itinérants. Quatre types de conduite de plantation se rencontrent en Côte d'Ivoire (Tableau 4).

La pratique 1 concerne les planteurs se basant sur un système extensif à base de culture pérenne (café, cacao, palmier à huile, hévéa, etc.). Le bananier plantain est utilisé comme plante de couverture. Il bénéficie de la richesse des sols sous forêt. Il n'entre pas en compétition avec la culture de rente au cours des 2 premiers cycles de culture. La densité de plantation peut atteindre 1500 pieds/ha. Les rendements moyens se situent autour de 12 tonnes par hectare. Cette pratique concerne la majorité des producteurs actuels de banane plantain. C'est cette classe de producteurs qui gouverne jusqu'aujourd'hui, le déplacement des zones de forte production de banane plantain de l'Est vers l'Ouest du pays (Figure 3).

La pratique 2 correspond aux planteurs se basant sur un système extensif à base de culture vivrière (riz, igname, manioc, etc.). Ici également, le bananier plantain est une culture secondaire.

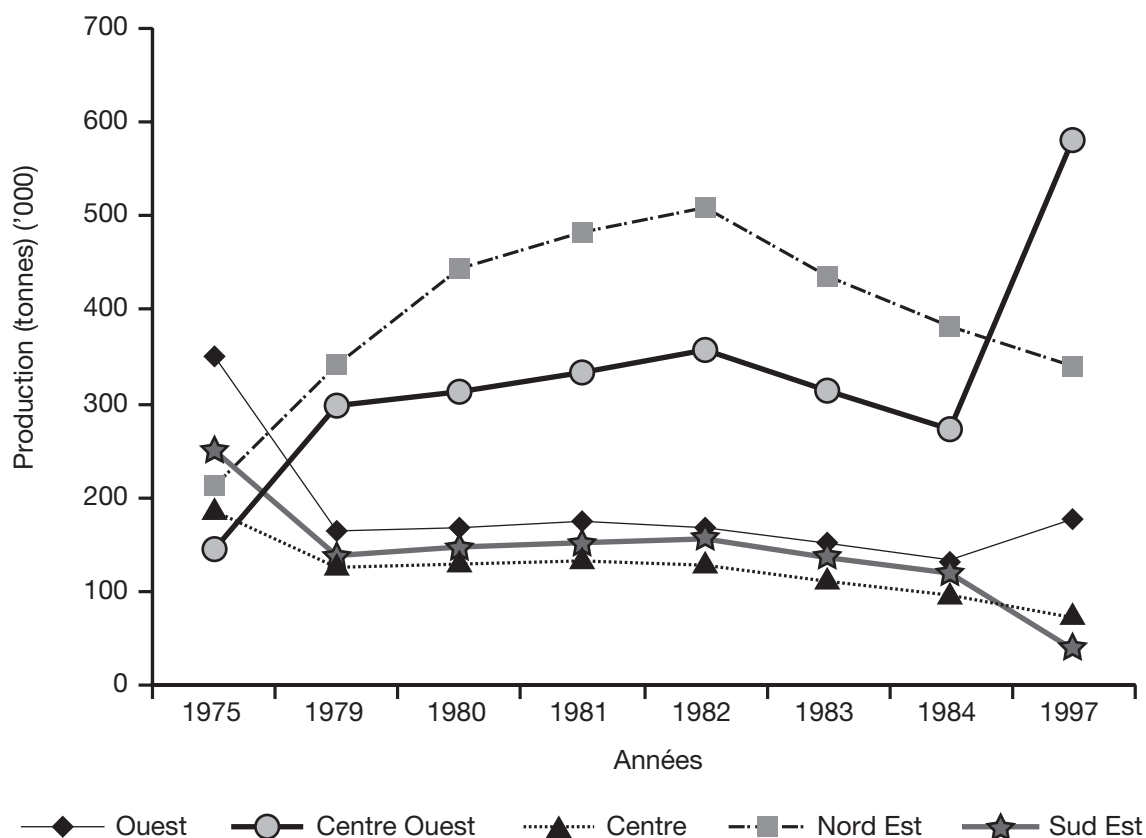


Figure 3: Dynamique de la production de banane plantain en Côte d'Ivoire

Tableau 4: Conduites des plantations de banane plantain en Côte d'Ivoire (Kouassi Koffi 2004 a)

Désignations	Irrigation	Fertilisation	Traitements contre les maladies et ravageurs	Matériel végétal de plantation
Pratique 1	non	non	non	Rejets "tout venant"
Pratique 2	non	oui	non	Rejets "tout venant"
Pratique 3	non	oui	oui	Rejets identifiés
Pratique 4	oui	oui	oui	Rejets identifiés, vivoplants, vitroplants

Il bénéficie de la fertilisation destinée à la culture de base, mais il subit de sa part une forte concurrence. La densité de plantation est faible (environ 800 pieds/ha). Les rendements moyens se situent autour de 8 tonnes par hectare. Cette classe de producteurs se rencontre dans toutes les zones de production, mais elle est plus représentée dans le Centre et le Nord-Est. Sa contribution à la production nationale est en baisse constante (Figure 3).

La pratique 3 est relative aux planteurs se basant sur un système semi intensif. Ce sont des planteurs modernes dont la culture principale est la banane plantain. La plupart du temps, ce sont des fonctionnaires retraités ou des 'Planteurs du dimanche', c'est-à-dire des salariés qui investissent occasionnellement dans l'agriculture. Les densités pratiquées varient de 1666 à 2000 pieds/ha. A ce niveau, les variétés cultivées sont identifiées; le matériel végétal de plantation provient très souvent du CNRA ou de l'Agence National d'Appui au Développement Rural (ANADER). Les rendements moyens observés atteignent 18 t/ha à 25 t/ha. Cette classe de producteurs de banane plantain est présente un peu partout dans les zones favorables à la

culture. Sa contribution à la production nationale est appelée à croître. Elle a, par ailleurs, un rôle important à jouer dans la sédentarisation de la culture.

La pratique 4 indique les planteurs se basant sur un système intensif. Actuellement, les planteurs de ce niveau sont rares en Côte d'Ivoire. Ils plantent aux densités de 1666 à 2000 pieds/ha et réalisent entre 20 et 35 tonnes/ha. L'utilisation des variétés sélectionnées peut amener les rendements jusqu'à 45 tonnes/ha.

Le choix d'une pratique dépend principalement des objectifs de production, mais également des moyens financiers du producteur et de la maîtrise technique de la culture. Les 4 classes de producteurs de banane plantain coexistent et ne s'influencent pas nécessairement. Les pratiques 1 et 2 se déploient sur les plateaux dans les zones forestières ou pré forestières, tandis que les pratiques 3 et 4 ont cours très souvent dans les bas-fonds. Par ailleurs, les animateurs de ces classes proviennent de classes socioéconomiques différentes. Les adeptes des pratiques 1 et 2 ont un niveau d'instruction faible par rapport à ceux des pratiques 3 et 4. Il en découle une propension plus élevée à l'exploitation de variétés sélectionnées pour ces derniers que pour les premiers.

### **Les variétés cultivées**

Les variétés de bananier plantain les plus cultivées en Côte d'Ivoire sont du type Corne (Faux corne et Vrai corne). Ils représentent environ 90 % de la production nationale (N'da Adopo et al. 1998). Les variétés du type French sont peu cultivées. La préférence accordée au type Corne tient du fait que ces bananes ont des doigts plus gros et plus longs que ceux du type French. Ces préférences donnent une valeur commerciale plus élevée au type Corne en Afrique de l'Ouest, notamment en Côte d'Ivoire, qu'en Afrique du Centre.

La taille du fruit s'est imposée donc comme un critère essentiel dans le choix des variétés cultivées en Côte d'Ivoire. Or, malgré leurs fruits attrayants, ces variétés Vrai Corne et Faux Corne produisent très souvent de petits régimes de 7 à 9 Kg (Soler et N'da Adopo 1991) dans les conditions du paysan. La logique paysanne qui consiste à cultiver ces variétés à doigts attrayants mais à faible rendement, contraste avec la politique de sécurité alimentaire qui prône la culture de variétés à hauts rendements. Par ailleurs, ces variétés cultivées sont toutes sensibles aux cercosporioses noire et jaune, aux nématodes et aux charançons. Elles sont également sensibles aux vents violents (chutes des bananiers lors des orages) à cause de leur grande taille. Toute chose qui fragilise l'économie de la banane plantain en Côte d'Ivoire.

Sur les marchés urbains, au plan national comme sous régional, les acheteurs et les consommateurs n'exigent pas de variétés particulières. Cette tolérance des marchés urbains laisse la latitude aux producteurs ruraux de cultiver les variétés les plus productives. C'est pourquoi, la politique de promotion de variétés sélectionnées pour leur rendement et leur tolérance aux maladies et ravageurs, mise en œuvre au CNRA, constitue un espoir de développement du secteur bananier plantain en Côte d'Ivoire. Toutefois, l'impact de cette politique n'est pas encore saillant; ce qui justifie l'approche participative engagée ces dernières années.

La distinction des formes variétales à l'intérieur des trois types de plantain est reconnue par certaines communautés ethniques. A l'échelle de la nation ivoirienne, un travail d'établissement des synonymes des appellations variétales reste à faire (Kouassi Koffi 2004 b). Tout en reconnaissant une diversité de formes variétales, les paysans ne la respectent pas lors de la création des plantations; la culture en mélange de plusieurs variétés est systématique. Ceci a l'avantage d'étaler la production sur une longue période eu égard aux variations des cycles culturels et des comportements des variétés dans les systèmes traditionnels de culture. La logique paysanne ici permet de préserver la diversité génétique au sein du sous groupe Plantain et de la conserver dans le temps.

### **Les formes traditionnelles de consommation**

La banane plantain est l'aliment de base à l'Est et au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Elle occupe également une place importante dans l'alimentation des populations du Centre, Centre-Ouest

Tableau 5: Formes traditionnelles de consommation de la banane plantain en Côte d'Ivoire (Bouchot et al. 1987; N'guessan et al. 1993; Mosso et al. 1996)

N°	Mets traditionnels	Description
1	Foutou	Pâte tendre cuite à l'eau et pilée. Se mange accompagnée d'une sauce.
2	Aloco	Frite de banane plantain mûre.
3	Foufou	Purée peu mûre, cuite dans une sauce de poisson ou de viande à laquelle peu être ajoutée de l'huile de palme.
4	Banane braisée	Fruit déshabillé cuit sur des braises.
5	Banane bouillie	Fruit déshabillé bouilli à l'eau.
6	Craclo	Beignets de banane plantain mûre pilée.
7	Doncrô (docounou)	Galettes faites de banane plantain mûre pilée à laquelle est adjointe de la farine de riz ou de manioc et du sel. Le mélange est emballé dans une feuille de bananier plantain et cuit à la vapeur.
8	Akpepsi	Mets composé de morceaux de banane plantain, de viande ou de poisson cuits dans une sauce plus ou moins relevée.
9	Alouboué	Purée de banane plantain mûre, pâteuse, agrémentée d'huile, de poisson ou de viande.
10	N'gbahô (N'gbô)	Farine de banane plantain tamisée et cuite à la vapeur.
11	Apiti	Galettes faites de banane plantain mûre pilée cuites au feu de bois.

et Ouest. La consommation nationale par tête d'habitant est estimée à 70 kg/an. Les modes de consommation de la banane plantain sont variés (Tableau 5). Le mets le plus consommé est le Foutou; c'est également le plus exigeant du point de vue de la qualité du fruit. En effet, le Foutou doit être tendre, ce qui requiert des qualités culinaires particulières de la part du fruit pilé. Les variétés de type French sont connues pour la meilleure qualité de leur Foutou. De plus, les French sont consommés par ceux qui ont pour totem les Cornes. Les variétés "Orishele" (Faux Corne) et "Nselouka" (French) introduites en Côte d'Ivoire à partir respectivement du Nigéria et du Congo, ont été facilement adoptées par les consommateurs ivoiriens à cause de la bonne qualité de leur Foutou. Le Foutou s'apprécie aussi par sa couleur orangée, ainsi, la variété Red Heart (Tableau 3) est très prisée. En dehors du Foutou, les autres formes de consommation de la banane plantain ne sont pas exigeantes en terme de qualité du fruit; toutes les variétés se prêtent à la préparation de ces mets.

Dans les villes, les mets comme "Aloco" et Banane braisée sont devenus des produits de grande consommation à côté du Foutou et du Foufou. Les consommateurs des villes ne sont pas exigeants quant à l'origine French ou Corne du Foutou. C'est pourquoi, les variétés du type Corne dominent les marchés urbains par leurs fruits impressionnants. L'obstacle majeur à l'adoption des hybrides améliorés issus des Centres de recherche, est leur inadéquation aux mets traditionnels. Des tests de dégustation ont été conduits sur huit (8) hybrides (PITA 1, PITA 2, PITA 3, PITA 5, PITA 6, PITA 8, BITA 1 et FHIA 3) sous les formes "Foutou", "Aloco", "Foufou" et "Alouboué". Seul l'hybride PITA 3 a été jugé bon pour les 4 mets (N'guessan et al. 2000).

### Les usages traditionnels des organes de bananier plantain

Le bananier plantain est cultivé principalement pour ses fruits. Toutefois, les communautés rurales utilisent les autres organes de la plante (feuilles, pseudo-tronc, racines, etc.) à des fins diverses. Le bananier plantain est fortement impliqué dans les modes de vie dans les campagnes du Centre, du Sud-Est, du Centre ouest et de l'Ouest du pays. Il s'est ainsi chargé de valeurs culturelles qu'il est bon de souligner. Le tableau 6 donne quelques exemples d'utilisation des organes de bananier plantain. Des enquêtes plus élaborées permettraient de révéler ces



Tableau 6: Quelques usages traditionnels des organes du bananier plantain en Côte d'Ivoire (Kouassi Koffi 2004 b)

Organes	Usages	Domaines
Feuille fraîche	Après l'écabossage du cacao, les feuilles fraîches servent à recueillir le jus de la pulpe. Ce jus se fermente sous cet emballage pour donner une boisson alcoolisée.	Brasserie
	Emballage du poisson ou de la viande pour une cuisson à l'étouffée.	Emballage
	Emballage de la pâte de fruit mûre servant à préparer le Doncrô ou Docounou (mets traditionnel).	Emballage
	Soins du bébé prématuré. On fait dormir le prématuré sur une liasse de feuilles fraîches jusqu'à 9 mois.	Médical
Feuille sèche	Emballage du tabac pour en faire un cigare.	Emballage
	La vapeur se dégageant du bouillon de feuilles sèches de bananier plantain et de papayer soigne le paludisme et la fièvre typhoïde.	Médical
	Les feuilles sèches sont enroulées en forme de cerceau qui se pose sur la tête pour porter des bagages.	Transport
	Confection de chapeau pour se préserver du soleil au champ.	Habillement
Peau du fruit	La cendre issue de la peau verte est utilisée comme potasse dans les préparations culinaires ou dans la fabrication de savon.	Alimentation & Esthétique
	Lorsque la peau s'enfle à la suite d'une injection (soin infirmier) ou de tout autre choc, on utilise la peau fraîche pour soigner le mal. Elle est chauffée sur de la braise et posée à l'endroit.	Médical
Apex du fruit	La base du style proéminente à l'apex du fruit est tranchée et écrasée (en mélange avec d'autres ingrédients) pour former des boulettes utilisées comme suppositoires pour soigner les douleurs lombaires et du bas ventre.	Médical
Rachis	Le rachis est écrasé et utilisé comme suppositoire contre la fatigue généralisée et les douleurs lombaires.	Médical
Pseudo-tronc	On extrait des fibres grossières du pseudo-tronc séché. On en fait une éponge qui sert à pétrir les cases. Elles servent également à tuteurer l'igname.	Bâtiment & Agriculture
	Les fibres, utilisées comme bandage, ont la propriété de favoriser la soudure de l'orteil ou du doigt tranché accidentellement (blessure fraîche).	Médical
	Le pseudo-tronc frais entre dans la fabrication du balafon de champ (instrument musical utilisé dans les champs). Il sert de pilier sur lequel sont posés des planches.	Music
	On extrait de fines fibres du pseudo-tronc séché. Celles-ci servent à fabriquer des ficelles pour enfiler des cauris ou autres éléments utilisés comme parure.	Habillement & Esthétique

dimensions socioculturelle et ethnologique des ressources génétiques des bananiers plantain en Côte d'Ivoire. Au stade actuel des investigations, les particularités des variétés n'ont pas encore été mises en évidence dans ces usages traditionnels des ressources génétiques. Ces aspects socioculturels peuvent expliquer l'omniprésence des bananiers plantain autour des cases dans les villages. Nécessairement, ces cultures de case contribuent à la préservation de la diversité génétique du sous groupe Plantain.

## **Valorisation des ressources génétiques au CNRA**

### **La culture intensive**

Le CNRA dispose d'un paquet technologique pour la production intensive de banane plantain. Cela consiste en un ensemble d'acquis scientifiques et techniques permettant de maîtriser l'environnement de la culture dans les domaines de l'Agronomie, l'Agro-pédologie, l'Entomologie, la Nématologie, la Phytopathologie et l'Agro-physiologie (N'guessan et Ganry, 1990; N'guessan et al. 1993). Pour juguler les pénuries saisonnières, le système de production de contre-saison a été proposé en début des années 1990. Depuis 2002, le système de culture monocycle à forte densité est en expérimentation (Gnonhoury et al. 2004).

Les rendements en station atteignent 32 t/ha avec la variété Corne 1 très répandue en Côte d'Ivoire. L'écart entre le rendement paysan (8-12 t/ha) et le rendement recherche (32 t/ha) met à nu l'épineux problème de transfert de technologie en milieu paysan. Mais également, cet écart indique la faisabilité de la sécurité alimentaire, notamment par un accroissement, de plus de 60 %, de la production de banane plantain (3ème denrée vivrière la plus consommée en Côte d'Ivoire). C'est pourquoi, il est important de susciter l'émergence d'une nouvelle classe de producteurs de banane plantain autre que la classe de producteurs de cacao.

### **La sélection conservatrice**

La sélection conservatrice consiste à sélectionner les meilleures variétés traditionnelles dans le germoplasme disponible de bananier plantain. Compte tenu de l'inadéquation des hybrides améliorés aux mets traditionnels, et en attendant que les programmes d'amélioration génétique (du CNRA et d'autres centres) mettent au point de meilleurs hybrides, la sélection conservatrice revêt de l'importance.

Les variétés de bananier plantain sont évaluées en collection. La sélection est multicaractère et se fait sur indice (Kouassi Koffi 2000). Pour les premières investigations au CNRA, un indice technique (IT) a été calculé selon une combinaison linéaire où le prototype recherché est déterminé pour 50% par la longueur du doigt, pour 30% par le grade du fruit et pour 20% par le poids du régime (Kouassi Koffi 2004 a):

$$IT = (0,5) LD + (0,3) GR + (0,2) PR.$$

Les trois critères ont été choisis sur la base de leur intérêt économique imposé par les marchés urbains:

- la longueur du doigt médian de la 2ème main (LD)
- le grade du doigt médian de la 2ème main (GR)
- le poids du régime (PR).

Huit (8) variétés ont été sélectionnées: "Corne 1", "Orishele", "Saci 1", "Saci 2", "Doume", "3 vert", "Batard", "Agnirin 1". Ces variétés traditionnelles ont un potentiel intrinsèque de production de 15-35 t/ha; les variétés non sélectionnées se situent entre 2-8 t/ha. Ces variétés sélectionnées sont en multiplication *in vivo* (par la technique de multiplication sur souche décortiquée) et *in vitro* (par micropropagation). Cette phase de production de matériel végétal de plantation sera suivie d'une phase de diffusion où des tests de démonstration seront mis en place chez des planteurs et également à l'ANADER.

La sélection conservatrice va se poursuivre "à la suite des nouvelles prospections en Côte d'Ivoire et des introductions d'accessions envisagées à partir des collections de bananier plantain de l'IITA (Institut international pour l'agriculture tropicale), du CARBAP (Centre Africain de Recherche sur la Banane et la Banane Plantain) et de l'ITC-INIBAP (Centre de transit international du Réseau international pour l'amélioration de la banane et de la banane plantain).

### La production de matériel végétal de plantation

Naturellement le bananier plantain produit des rejets autour du pied porteur du régime (pied-mère). Ce potentiel naturel de multiplication est très faible (1 à 3 rejets par pied-mère). Aussi, plusieurs techniques ont-elles été mises au point pour accroître le pouvoir multiplicatif des bananiers plantain à l'effet notamment de produire du matériel végétal de plantation en grande quantité (Auboiron 1997; Kwa 2001). Au CNRA, c'est la technique de Multiplication sur Souche Décortiquée (MSD) qui est actuellement exploitée. C'est une technique horticole née au Costa Rica et pratiquée depuis 1990 qui consiste à cultiver une souche entière décortiquée de bananier plantain en condition artificielle sous serre. Elle permet de produire des plantules saines appelées 'Vivoplants'. La technique permet d'envisager des rendements de 40 plantules par souche en 6 mois, soit 80 000 à 100 000 vivoplants par hectare en 6 mois. La MSD permet non seulement de produire du matériel végétal de plantation pour les essais en station, mais est surtout une voie importante pour la diffusion des variétés sélectionnées. Depuis 2002, la production de vitroplants par micropropagation est en étude au CNRA.

### L'amélioration génétique du bananier plantain

Le but des investigations en génétique du plantain est d'accroître l'effet variété dans la productivité de l'exploitation. Le prototype recherché est une variété de petite taille (moins de 2m), à haut rendement (> 18 kg/régime), et résistante à la fois aux nématodes et aux cercosporioses. La stratégie mise en œuvre est la création variétale par pollinisation manuelle semi-contrôlée et germination *in vivo* des graines. Cette option privilégie la voie conventionnelle qui ne nécessite pas d'investissements lourds en comparaison avec la transformation génétique, les haplométhodes, etc. Une campagne de pollinisation manuelle s'est étendue de février à août 2002. La germination *in vivo* des graines en serre est moins coûteuse que le sauvetage *in vitro* des embryons zygotiques. Les régimes sont récoltés au doigt tournant (1er fruit mûr). Après l'égrenage, les graines sont semées dans de petits pots en plastique en serre où l'humidité relative est proche de la saturation. Les plantules sont repiquées au stade 2 feuilles dans des sachets plastiques et maintenues en serre jusqu'au stade 4 feuilles. Ensuite, elles sont transférées sous ombrière et entretenues jusqu'au stade 6 feuilles où elles sont mises en champ. Quatre géniteurs mâles ont été choisis pour leur bon comportement vis à vis de la cercosporiose noire (Vuylsteke, 2001): Yangambi Km5 (AAA, Ibota), Pisang Mas (AA, sucrier), *Musa acuminata* sp. malaccensis type Selangor (AA, sauvage) et *M.a.* sp. *burmanica* type Long Tavoy (AA, sauvage). 27 géniteurs femelles ont été impliqués dont 16 hybrides (Tableau 7). Les schémas de croisement testés sont: 4x/3x, 4x/2x, 3x/3x, 3x/2x, 2x/3x et 2x/2x.

Tableau 7: Couples de géniteurs testés

Géniteurs mâles	Géniteurs femelles			
Yangambi Km5 (3x)	PITA 1 (4x)*	PITA 3 (4x)	PITA 5 (4x)	PITA 8 (4x)
	CRBP 14 (4x)	CRBP 39 (4x)	CRBP 100 (4x)	4479-1(4x)
	Lacknau (3x)	Espermo (3x)	Pisang Mas	
Pisang Mas (2x)	FHIA 01 (4x)	FHIA 23 (4x)	Makangoua (3x)	BITA-1 (4x)
	PITA 1	Yangambi Km5	Akondro Mainty (2x)	SH 3640 (4x)
Selangor (2x)	PITA 3	PITA 8 (4x)	4479-1	CRBP 100
	SH 3640	FHIA 03 (4x)	Lacknau	Cachaco (3x)
	Cacambou (3x)	Safet Velchi (2x)		
Long Tavoy (2x)	CRBP 14	CRBP 85 (4x)	PITA 2 (4x)	7152 (4x)
	SH 3640	Cachaco	Foulah 2 (3x)	Espermo
	Nadan (2x)	Safet Velchi		

\* (4x) = niveau de ploïdie



Hybride CNRA 072-6

Hybride CNRA 015-16

Figure 4: Quelques hybrides prometteurs du programme d'amélioration génétique des bananiers plantain du CNRA.

Il est apparu que les hybrides tétraploïdes primaires jouent un rôle important dans le succès du Programme. La première campagne de pollinisation a permis de produire 2747 graines desquelles sont issues 155 hybrides qui sont actuellement en évaluation primaire. Le pouvoir germinatif in vivo des graines est déterminé par l'aptitude spécifique à la combinaison des géniteurs impliqués dans la formation de la graine. Sur la base des observations primaires, 5 hybrides sont prometteurs: CNRA 015-16, CNRA 015-20, CNRA 060-2, CNRA 072-6 et CNRA 092-1 (Kouassi Koffi 2004 c). Ces hybrides sont parthénocarpiques, de petite taille et ont un bon niveau de tolérance à la cercosporiose noire. La planche 1 présente quelques uns de ces hybrides.

### **Conclusion**

Le secteur économique de la banane plantain de Côte d'Ivoire, quoique présentant quelques faiblesses aujourd'hui, peut espérer des lendemains meilleurs en regard, d'une part, du rôle de plus en plus grandissant de la banane plantain dans les échanges internationaux du pays et dans la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest, et d'autre part, de la dynamique de valorisation des ressources génétiques mise en œuvre par la communauté scientifique nationale. Les premières investigations des chercheurs ont été concentrées sur la maîtrise scientifique et technique de l'environnement du bananier plantain en culture intensive. Maintenant, l'intérêt se porte davantage sur la valorisation des ressources génétiques dans le processus d'amélioration de la productivité des bananeraies. En premier lieu, l'accent est mis sur la sélection conservatrice qui va permettre aux producteurs modernes de cultiver les meilleures variétés traditionnelles. En second lieu, un intérêt est accordé à l'amélioration génétique de laquelle sont attendues des hybrides résistants aux maladies et ravageurs, plus productifs et de petite taille. A long terme, la panoplie de variétés cultivées va se réduire à quelques variétés sélectionnées. D'ici là, le CNRA s'active à collecter et conserver les variétés encore détenues dans les campagnes. Par ailleurs, le rôle du bananier plantain dans les us et coutumes des ivoiriens est ressorti pour être



capitalisé à l'actif du 'Savoir traditionnel'. La valorisation des ressources génétiques fait apparaître la nécessité de mettre en place un dispositif moderne et performant de production de matériel végétal de plantation pour la diffusion des variétés sélectionnées, et d'encourager l'émergence d'une nouvelle classe de producteurs (autres que les planteurs de cacao ou de café) ouverte aux innovations technologiques.

### Références

- ANADER 1997. Agence National pour le Développement Rural. Enquête de base 1996-1997.
- CCCI 1985. Chambres Consulaires de Côte d'Ivoire, Chambre d'Agriculture, Chambre de Commerce, Chambre d'Industrie – Annuaire 1985. pp. 5-11.
- Auboiron E. 1997. Cultures de tissus. Applications sur les bananiers et plantains. Communication au séminaire de formation sur le thème 'Recherches sur la gestion des cultures de bananes et bananes plantain: l'amélioration génétique'. CRBP/IITA/INIBAP. Njombé, Cameroun, 1er -19 décembre 1997.
- Bouchot P, Cordon B, Grellier H, Gutton L, Jouannault F, Jund N, Rabbe L, Raimbourg B, Villeneuve A. 1987. Les cultures vivrières. Conservation et transformation de l'igname et de la banane plantain. Groupe de mission en Côte d'Ivoire. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (MINAGRA). pp 1-44.
- Gnonhouiri GP, Yao NT, Kobenan K, Kouassi Koffi S. 2004. La culture annuelle à forte densité en Côte d'Ivoire. Convention CNRA/INIBAP. Rapport final (1er cycle de culture).
- Kouassi Koffi S. 2000. Analyse génétique et sélection au sein de trois familles d'hybrides diploïdes de type bananier plantain. Mémoire DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies). Université de Cocody Abidjan, Côte d'Ivoire. 48 pp.
- Kouassi Koffi S. 2001. Les secteurs banane (AAA) et banane plantain (AAB) en Côte d'Ivoire: analyse bibliographique et prospective. Communication à la revue interne des activités de recherche 2000, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Direction Régionale d'Abidjan, Adiopodoumé, 19-21 avril 2001. 35 pp.
- Kouassi Koffi S. 2003. Amélioration génétique des bananiers (*Musa spp.*). Rapport d'activité 2002. Document CNRA. 26 pp.
- Kouassi Koffi S. 2004 a. La culture du bananier plantain en Côte d'Ivoire. Communication à l'atelier de formation aux itinéraires techniques de productions vivrière, de gestion coopérative et de vulgarisation agricole. 5-16 janvier 2004. Abidjan, AISA, Côte d'Ivoire.
- Kouassi Koffi S. 2004 b. Enquête sur les aspects socioculturel et ethnologique des bananiers plantain en Côte d'Ivoire. Projet de thèse. Document CNRA.
- Kouassi Koffi S. 2004 c. Amélioration génétique des bananiers plantain. Rapport d'activité 2003. Document CNRA.
- Kwa M. 2001. Production intégrée de matériel végétal chez le bananier plantain: développement et transfert d'une technique horticole de multiplication rapide de matériel végétal sain (technique des PIF). Proposition de Projet CORAF/WECARD-MAE. Mai 2001. 8 pp.
- MGIS, 2.1 - Musa Germplasm Information System (MGIS), version 2.1. Collection du Centre Africain de Recherche sur la Banane et la Banane Plantain (CARBAP). Photos Tomekpé K: NYO0229, NYO0268, NYO0195.
- MINAGRA. 1998. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales. Annuaire des statistiques agricoles 1997.
- Mosso K, Kouadio N, Nemlin GJ. 1996. Transformations traditionnelles de la banane, du manioc, du taro et de l'igname dans les régions du Centre et du Sud de la Côte d'Ivoire. Ind. Alim. Agr. 113e année, n°3 mars 1996: 91-96.
- N'da Adopo A, Amafon Aguié G, Kehe H, Kamara F, Fofana V. 1998. Les perspectives d'évolution du circuit de distribution de la banane plantain en Côte d'Ivoire. In: Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu pour la sécurité alimentaire. International symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November 1998. Picq C, Fouré and Frison EA, editors.
- N'guessan AEB et Ganry J. 1990. Systèmes de culture et techniques culturales pour la production de plantain. In Fruits, numéro spécial Bananes: 103-106.
- N'guessan A, Yao N, Kehe M. 1993. La culture du bananier plantain en Côte d'Ivoire. Fruits, vol. 48, n°2 / Spécial bananes II: systèmes de production du bananier plantain: 133-143.
- N'guessan AEB, Koné D, Kobenan K, Aké S, Tenkouano A. 2000. Caractéristiques agronomiques et comportement de quelques hybrides tétraploïdes de bananiers plantain dans le Sud de la Côte d'Ivoire. In: BIOTERRE, Rev. Inter. Sci. De la Vie et de la Terre. Vol. 1, n°1: 6-21.



- Soler A et N'da Adopo A. 1991. Réduction des pertes post-récolte du plantain. Projet PNUD/FAO IVC/87/003. Rapport final. Abidjan, Côte d'Ivoire: CIRAD-IRFA. 57 pp.
- Tezenas du Montcel H. 1989. L'importance de la Taxonomie pour l'amélioration génétique des bananiers. Ixe réunion de l'ACORBAT, Merida, Venezuela, 25-30 septembre 1989. 16 pp.
- Vuylsteke D., 2001 - Strategies for Utilization of Genetic Variation in Plantain Improvement. Ph.D. thesis at the Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences of the K.U. Leuven. pp. 133.

## Sustainable use of plant genetic resources for food security: the Linkage between plant breeders and genebanks

H.K. Adu-Dapaah<sup>1</sup>, R. Akromah<sup>2</sup>, L.M. Aboagye<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Crops Research Institute (CSIR, Kumasi, Ghana

<sup>2</sup>Crop Science Department, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana

<sup>3</sup>Plant Genetic Resources Centre, (CSIR), Bunso, Ghana

### Abstract

Governments in West and Central Africa are confronted with the challenge of producing adequate, affordable and quality food for healthy and productive lives of their people (food security). Efficient and sustainable use of plant genetic resources (PGR) for crop improvement for varied needs play a significant role in meeting this challenge. Crop breeding includes altering the genetic composition of a crop population to meet consumer or end-user preferences. The most important step in crop breeding is the ability to assemble a wide range of genetically variable germplasm. This paper discusses an inter-disciplinary and inter-institutional approach to germplasm collection, evaluation, utilization and conservation. Strengthening existing links between genebanks, plant breeders and other users is emphasized. Data on the acquisition and distribution of germplasm of specific crop species have been provided. Crop varieties developed as a result of the linkage between plant breeders and the genebanks have been indicated. Factors limiting the use of indigenous landraces or wild species have also been outlined. Innovative approaches to the development and strengthening of linkages between genebanks, plant breeders and other end-users have been suggested. Farmers, local communities and women in particular are being encouraged to participate fully in the planning and decision-making processes relating to the conservation and use of PGR at the national level. The need for strengthening PGR activities through full computerization of documented data as well as their collation and retrieval has also been emphasized.

### Introduction

Governments in West and Central Africa face the challenge of producing sufficient, affordable and quality food for healthy and productive lives of their people. To meet this challenge, efficient and sustainable use and conservation of plant genetic resources (PGR) for crop improvement cannot be overemphasized (Adu-Dapaah et al. 1997; Cooper et al. 1998). The task facing gene banks and plant breeders including farmers in West and Central Africa and Ghana in particular is how to rescue, preserve and use the dwindling PGR to meet the urgent needs of the ever-increasing population. In recent times the development of new technologies, the replacement of local varieties by improved ones, the settlement on new lands, changes in cultivation methods, bush fires, deforestation, overgrazing, indiscriminate logging, natural disasters, infrastructural developments, surface mining and conflicts have resulted in rapid and extreme plant genetic erosion (Adu-Dapaah et al. 1997; Esquines-Aledzar 1993; Tuffour 1997). These practices have affected both cultivated and many wild genetic resources that have a direct, indirect or potential agricultural use. The erosion of resources may lead to the extinction of valuable genetic resources that have not yet been exploited for human use. The pathway to food security lies in the protection and efficient use of PGR. This calls for their collection, characterization, evaluation, documentation, conservation and exchange among breeders and gene bank curators. It is, therefore, important to strengthen collaboration and transparent partnerships among stakeholders especially gene banks and breeders including farmers to ensure effective and efficient use of scarce human and natural resources (Horton et al. 2003).

Plant germplasm collecting missions are expensive and efforts should be made to safeguard germplasm that has already been assembled for conservation and are facing the threat of loss or neglect (IBPGR 1983). In West and Central Africa and Ghana in particular, population growth

rate outstrips food production. Attaining food security calls for the combination of biotechnology and conventional breeding methods with the active involvement of farmer-based organizations and other stakeholders right from planning and decision-making processes relating to the conservation and utilization of PGR at the national level (Adu-Dapaah and Sangwan 2004). This will enhance adoption of the technologies to be developed and ensure efficiency and effective utilization of resources (Almekinders and Elings 2001; Witcombe et al. 2001). Emphasis should be placed on multi-disciplinary and inter-institutional approach to germplasm collection, evaluation, conservation and use. Existing collaboration among institutions and between disciplines within institutions should be strengthened. For effective collaboration and partnership between gene banks and breeders, the need for transparency in resource allocation, management and monitoring of the use of resources is strongly emphasized. National gene banks and breeders should have adequate resources and be motivated to conserve and use available germplasm. Existing partnership between breeders and gene banks should be strengthened and new partnerships initiated among stakeholders at national, sub-regional and international levels (Horton et al. 2003) and be maintained.

This paper discusses (i) factors militating against collaboration and partnership and how to strengthen them; (ii) pre-breeding activities at gene banks in Ghana; and (iii) breeding activities and updates of varieties developed through collaboration and partnership between gene banks and breeders in Ghana.

### ***Collaboration and partnerships between gene banks and breeders***

Collaboration is defined as two or more people or organizations working together with similar objective through exchange of ideas, germplasm and execution of joint projects. Partnership is defined as a negotiated relationship between two or more entities that have entered into a legal or moral contract (Horton et al. 2003). The entities, for example, could be gene banks and breeders, non-governmental organizations (NGOs), farmers and breeders. Conservation and use of PGR is hampered by inadequate human, infrastructural and financial resources in Ghana and most countries in West and Central Africa. This calls for pulling resources together through collaboration and partnership at the national, sub-regional and international levels.

Collaboration starts with participatory need assessment involving farmers, extension agents, scientists and policy makers to identify farmers' needs and production constraints. This is followed by prioritization and assigning of roles. Where there are solutions to any of the constraints the researchers pass on the information to extension agents who in turn teach the farmers. Where there are no solutions, research proposals are prepared with the stakeholders to solve the farmers' problems. To ensure greater variability in the germplasm at gene banks, joint collection missions are organized with the gene bank playing a leading role. After the collection, the materials are characterized, evaluated, documented and conserved, and the relevant information made available to breeders for use in their programmes. This is followed by hybridization, selection for multi-locational testing and promising lines are selected for further evaluation on farmers' fields and eventually released to farmers.

Figure 1. shows the linkage between breeders from various institutions and farmer based organizations (FBO) that collaborate with the gene bank (PGRC)

These include research institutes, universities, NGOs and farmer-based organizations. Areas of collaboration include participatory needs assessment, planning workshops, germplasm collecting missions, germplasm evaluation, exchange, storage and utilization, proposal writing to source for funds and human resource and development as well as joint publications.

Figure 3 shows a flow chart of the collaboration and partnerships among gene banks and breeders in Ghana.

In cowpea, the greatest number was requested by research institutions (65%) followed by the universities (30%) and least by farmers (5%). Similarly, the research organizations requested for the greatest number (55%) of maize, followed by universities (44%) and second cycle institutions (1%). However, for okra the universities requested for the greatest number (65%) followed by research institutes (23%) and farmers (7%) and least in second cycle institutions (5%).

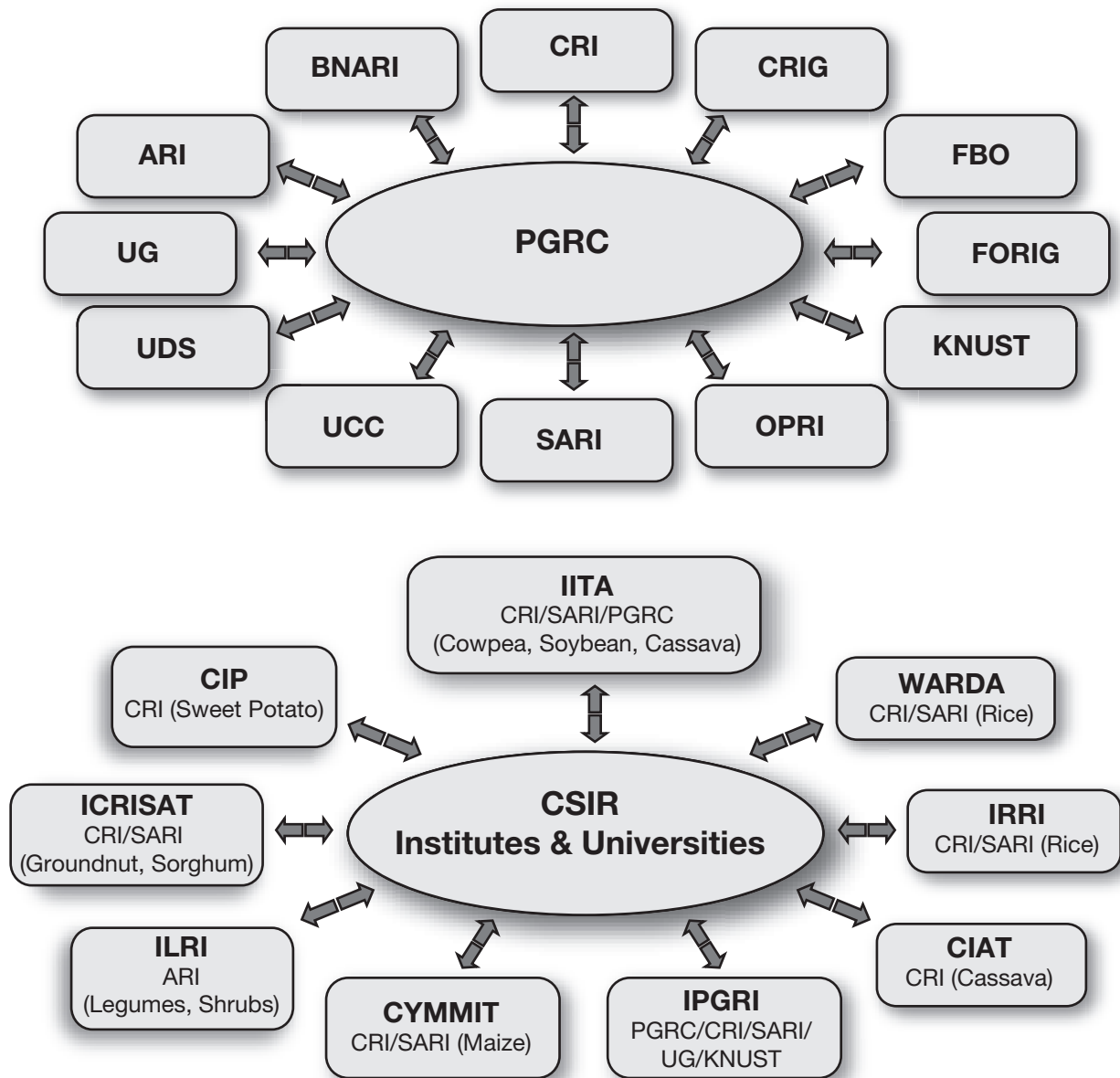


Figure 2: Collaboration between PGRC and breeders from various institutions

Key to acronyms:

ARI: Animal Research Institute; BNARI: Biotechnology and Nuclear Agricultural Research Institute; CRI: Crops Research Institute; CRIG: Cocoa Research Institute of Ghana; FBO: Farmer Based Organizations; FORIG: Forestry Research Institute of Ghana; KNUST: Kwame Nkrumah University of Science and Technology; OPRI: Oil Palm Research Institute; SARI: Savannah Agricultural Research Institute; UCC: University of Cape Coast; UDS: University for Development Studies; UG: University of Ghana

In general, less than half of the germplasm acquired has been distributed and this may be due to lack of awareness or insufficient information about the materials in the gene banks. This calls for intensive public awareness creation on availability and further evaluation to provide more information on the characteristics that would enhance their utilization by stakeholders.

**Genetic evaluation and utilization of gene bank stocks in West and Central Africa**

A sizeable amount of germplasm has been collected and conserved in gene banks under the National Agricultural Research Systems (NARS) in Africa. However, not much of the stocks

are being used in breeding programmes and hence remain mere curiosities (Akroma 1999). Several factors deter breeders from using landraces or wild relatives of crop in breeding programmes. Curators of gene bank stocks still know very little about the genetic potential of their materials because the evaluations have not been carried out beyond preliminary morpho-agronomic stages. Gene banks often lack the requisite personnel and facilities to conduct further evaluation of conserved stocks. Crossing a commercial variety with primitive landraces or wild species also introduces many undesirable genes into the breeding programme and retards the progress of conventional breeding. Such crosses can also pose technical difficulties due to infertility of hybrids. In addition, most donor funded projects are time bound and recipients of such funds are expected to make impact within a short time. To enhance utilization of gene bank stocks, this paper proposes a genetic evaluation and utilization (GEU) programme that uses an inter-disciplinary approach to crop improvement. Crop-based GEU scientists should be encouraged to work as a team in evaluating germplasm to unearth the full potential of the genetic resources of the crops. Free and efficient exchange of germplasm among the problem-area scientists, such as physiologists, pathologists, entomologists, soil chemists, breeders and geneticists will foster co-operation and sharing of ideas. Data gathered from such joint efforts should be compiled and stored in a common database at gene banks designated as focal points. Computerized data storage will facilitate collection, analysis and retrieval for the benefit of all users. Such a programme will enable breeders and farmers to request for germplasm based on specific queries and be supplied with materials that satisfy a specific need.

The GEU programme for each crop should also include a team of breeders and geneticists responsible for pre-breeding or germplasm enhancement to prepare the exotic germplasm for greater use by other plant breeders. The pre-breeders will conduct artificially directed backcrossing to “clean” the exotic germplasm of all undesirable alleles and package the desired genes into the agronomic backgrounds of elite germplasm. Information on all interesting materials will be shared among users throughout the sub-region for the benefit of all and to avoid duplication of activities. It will be necessary for the crop-based GEU teams to meet periodically for discussions and to plan the way forward by assigning functions to particular scientists on the programme.

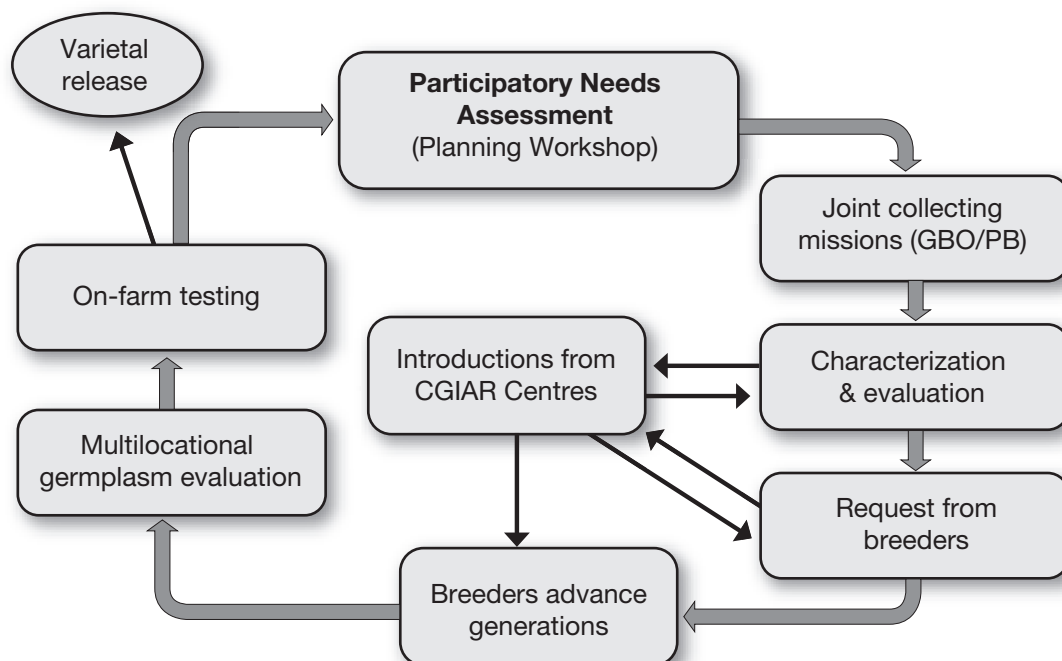


Figure 2: Flow chart of collaboration between gene banks and breeders in Ghana



### **Conservation methods and facilities used in Ghana**

The various organizations listed in Figure 1 use different facilities and methods to conserve PGR. Types of germplasm conserved include (i) introductions from foreign gene banks or private companies, (ii) indigenous, (iii) wild and cultivated crop or forestry species. Three types of storage facilities are commonly used in Ghana. These include: (i) cold storage – deep freezers at  $-20^{\circ}\text{C}$  (PGRC), and cold rooms at  $5^{\circ}\text{C}$  at the Crops Research Institute, Savanna Agricultural Research Institute that stores breeder seed, and the Grain and Legumes Development Board (GLDB) that stores foundation and certified seed; (ii) field gene banks for recalcitrant seeds (seeds that cannot be dried or conserved in cold storage without losing viability). These are conserved by living plants in the field – mostly plantation crops and vegetatively propagated crops like yam, cassava, plantain, cocoyam, forest species and medicinal plants conserved in arboreta in Bunso and Mampong Akwapim; and (iii) tissue culture facilities used for *in vitro* conservation, rapid multiplication and production of disease-free planting materials for farmers. Tissue culture facilities are located in BNARI, UGL, CRIG, OPRI, CRI, FORIG and KNUST.

Table 1: Number of crop varieties released and proposed for release

Crop	Number of varieties released as at 2003	Number proposed for release in 2004
Soybean	6	2
Cowpea	10	2
Groundnut	4	4
Cassava	6	2
Yam	-	5
Plantain & Banana	2	-
Sweet potato	5	4
Rice	1	2
Maize	12	-
Total	46	21

### **Breeding activities and update of released improved varieties**

Landraces are characterized and the extent of diversity determined. They are further evaluated for yield and tolerance to biotic and abiotic stresses. Promising lines are purified and others recommended for on-farm testing on farmers' fields or used as parents during crosses in various breeding programmes. The crosses are advanced to F1 and F2 generations. Selection starts at F2 for self-pollinated crops using either pedigree or modified single seed descent method of selection. From F6 generation the lines are tested at various agro-ecological zones. Three to four promising lines are selected and further tested on farmers fields. Lines selected from on-farm trials are recommended for release to farmers. In cross-pollinated crops like maize, crosses are made between desirable plants. The progenies are evaluated across locations for further selection of best entries. Selected entries are recombined to form experimental lines. In recent times breeders are involved in participatory varietal selection where farmers are setting priorities and objectives, planning, selection and ultimate release of varieties. From the collaboration of local and international gene banks several varieties presented in Table 1 have been released. CRI has released the characteristics of the improved cowpea varieties presented in Table 2. The improved varieties out-yielded the local varieties and they are preferred by farmers. The consequence is that farmers neglect the local varieties, leading to genetic erosion (Esquinas-Aledzar 1993). The CRI has released characteristics of cassava varieties indicated in Table 3. The collaboration between gene banks and breeders in Ghana has resulted in the release of improved varieties with superior yields over the local varieties. This calls for strengthening of the existing collaboration and partnerships, and initiating and maintaining new ones.

Table 2: Characteristics of improved cowpea varieties released by CRI

Variety	Growth habit	Seed colour	Days to maturity	Grain yield (t/ha)
Asetenapa	Erect	Cream	63-70	2.5
Adom	Semi-erect	Dark-red	66-72	2.0
Ayiyi	Erect	White	65-70	2.0
Asontem	Semi-erect	Light red	60-65	1.7
Bengpla	Erect	White	62-67	1.8
Soronko	Semi-erect	Brown	70-80	1.8
Amantin	Semi-erect	Mottled dark red	65-70	1.2
Boafo	Semi-erect	Red	75-85	1.2

\*Adom has high iron content and is suitable for infant weaning food preparation.

Table 3: Characteristics of improved cassava varieties

Variety	Year of Release	Usage	Maturity period (months)	Yield (ton/ha)	% Dry Matter
Afisiafi	1993	Gari, Akple, Kokonte	12	35.0	30
GblemoDuade	1993	Gari, Akple	12	39.0	27
Abasa Fitaa	1993	Fufu, Gari, Akple, Kokonte	12	33.0	30
Local		Gari, Akple Fufu, Kokonte		14.5-18.5	35-40

### **Improving the local seed supply systems**

Local seed systems are dynamic and flexible in many respects with strong and weak points that need to be improved. Building on the local seed system would need analysis of the present situation (participatory need assessment), identification of strengths and weaknesses and outlining strategies to improve on seed supply (Almekinders and Louwaars 1999).

Improving the local systems requires the participation of farmers in evaluating alternative options through local knowledge or technology. The essence of improving the local seed system is to improve food security through seed security, enhancing seed quality, availability and affordability of good quality seed. Seed quality could be improved by (i) the physiological quality (germination vigour), (ii) seed health (absence of seed-borne diseases, analytical quality (percentage of good quality / seed lot and (iii) genetic quality of the seed (varietal purity). These quality aspects can be improved through better seed selection, improved crop husbandry and storage practices. The availability of seed is improved by increase in seed quality and production levels. In Ghana and most sub Saharan African countries, farmers indigenous knowledge has been valued and recognized as a resource for development (Almekinders and Louwaars 2001). Farmers practices and varieties have proven to be better options and well adapted to the local environments. Farmers have adequate knowledge of the seeds and varieties they grow. They are good at selecting varieties for their own use since they can weigh the different requirements at a particular point in time and consider the needs of the household, and how the variety fits into the farming system as well as adapts to their specific environment (Cooper et al. 1998). In some cases different groups of farmers, particularly women have specialized knowledge or preferences (Witcombe et al. 2001). Participatory needs assessments through group discussions elicits farmers' knowledge and experiences and are starting points for analyzing the present situation and identifying constraints to food security (Anon 1996). In West and Central Africa, and Ghana in particular, the use of certified seed from the formal seed sector is less than 10% (Ocran et al. 1999). The bulk of the seeds used by farmers come from informal sources. The informal system should be improved and strengthened.

### **The way forward**

For effective collaboration and partnerships between gene banks, breeders and farmers, there is need to strengthen the involvement of farmers in plant genetic resources for food and agriculture (PGRFA) by organizing seed fairs, on-farm conservation and community seed banks.

A multi-disciplinary approach to further evaluation of germplasm for specific traits should be encouraged and strengthened among stakeholders. Data from different specialists should be collated and stored as a single database at specified gene banks designated as national focal points which could be accessed by stakeholders. There is need to train stakeholders on the best practices of collaboration and partnership at the national and sub-regional levels. New collaborative partnerships should be initiated and existing ones strengthened. Non-governmental organizations and advocacy groups are strongly encouraged to create awareness among the stakeholders on the utilization of PGR.

### **References**

- Adu-Dapaah HK, Sangwan RS. 2004. Improving Bambara groundnut productivity using gamma irradiation and *in vitro* techniques. African J. of Biotechnology. In press.
- Adu-Dapaah HK, Oppon-Konadu, Asafo-Adjei B. 1997. Biodiversity, sustainable agriculture and food security in sub-Saharan Africa. In: Proceedings of the International Seminar on Sustainable rural development in sub-Saharan Africa. 21-25 July 1997, Kumasi, Ghana.
- Akromah R. 2000. Principles of plant genetic resources conservation: Some aspects of a national programme. Ghana Journal of Agric. Science 33: 115-123.
- Almekinders CJM, Louwaars NP. 1999. Farmers seed production: New approaches and practices. Intermediate Technology Publications Ltd, London. WCIB 4HH. UK. pp. 33-60.
- Almekinders CJM, Elings A. 2001. Collaboration of farmers and breeders: Participatory crop improvement in perspective. Euphytica. 122: 425-438
- Anon. 1996. Global Plan of Action for the conservation and sustainable utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture and the Leipzig Declaration. 40 pp.
- Cooper HD, Spillane C, Kermail I, Anishetty MM. 1998. Harvesting plant genetic resources for sustainable agriculture. Plant Genetic Resource Newsletter. 114: 1-8.
- Esquinas-Aledzar. 1993. Plant genetic resources. In: Plant Breeding principles and prospects. Hayward MD, Bosemar NO, Roomagosa J. (eds.) Chapman and Hall, London SE1 811N. pp. 33-52.
- Horton D, Alexaki, Bennett-Lartey S, Brice KN, Camplan D, Carden F, de Souza Silva J, Duong, LT, Khadar J, Maestrey Boza A, Muniruzzaman IK, Prez J, Chang MS, Vernoooy R, Watts J. 2003. Evaluating capacity development experiences from research and development organization around the world. ISNAR, IDRC ACP-EU, CTA . pp. 45-80.
- IBPGR. 1993. A global network of gene banks. Rome, IBPGR.
- Marfo KO. 1997. Plant genetic resources and crop improvement. Bennett-Lartey SO, Akromah R, Gameddoagbao D. (eds.) In: Proceedings of the first Ghana National Biodiversity and Plant Genetic Resources Workshop. 21-24 November 1994 at Koforidua. pp. 41-43.
- Ocran VK, Delmini LL, Asuboah RA, Asiedu EA. 1998. Seed management manual for Ghana. Ministry of Food and Agriculture. Accra Ghana. 60 pp.
- Tuffour K. 1997. Forest genetic resources in Ghana and their potential for improvement. In: Bennett-Lartey SO, Akromah R, Gamedoagbao D. (eds.). Proceedings of the First Ghana National Biodiversity and Plant Genetic Resources Workshop. 21-24 November 1994 Koforidua, Ghana.
- Witcombe JR, Joshi KD, Rona RB, Virk DS. 2001. Increasing genetic diversity by participatory varietal selection in high potential production system in Nepal and India. Euphytica. 122: 575-588.

## **Production de semences forestières et participation des populations rurales: Un partenariat pour une gestion durable des sources de semences**

*D. Poda, B. Belem, A. Nikiema*

*Centre National de Semences Forestières (CNSF), Ouagadougou, Burkina Faso*

### **Résumé**

La production des semences forestières constitue au Burkina Faso comme ailleurs, une activité fondamentale en matière de conservation des ressources forestières et un support aux programmes de reboisement.

La production de semences forestières est assurée au Burkina Faso par le Centre National de Semences Forestières (CNSF), structure spécialisée en la matière, créée depuis 1983.

Les sources de semences sont sélectionnées dans les peuplements naturels. Ces peuplements semenciers sont de plus en plus menacés de disparition non seulement du fait de facteurs climatiques, mais aussi et surtout du fait de facteurs anthropiques.

Il est apparu alors nécessaire pour le CNSF de responsabiliser d'avantage les populations locales à la gestion des peuplements semenciers et de promouvoir la conservation *in situ* des espèces forestières importantes dans les terroirs villageois.

C'est un processus qui, partant d'un diagnostic, a abouti à l'intégration des communautés rurales dans le circuit de production et de diffusion des semences forestières à travers un transfert de compétences techniques à ces communautés.

La durabilité du partenariat entre le CNSF et les populations en matière de conservation des peuplements semenciers, réside des bénéfiques qu'elles peuvent tirer de ces peuplements semenciers. En outre, ce partenariat pourrait contribuer à réduire les coûts de production des semences forestières et faciliter l'accès aux semences des producteurs.

### **La production des semences forestières**

La plupart des pays sahéliens, après les années successives de sécheresse ont développé des programmes et projets de reboisement. Il est apparu alors la nécessité de disposer des semences forestières de bonne qualité et en quantité suffisante pour approvisionner les programmes de reboisement et soutenir les politiques de reconstitution du couvert végétal.

D'une manière générale, la collecte et la diffusion de semences ont toujours été assurées par des institutions spécialisées.

Au Burkina Faso, la production de semences forestières est assurée par le Centre National de Semences Forestières (CNSF) créé 1983. En réponse aux exigences de la production de semences de qualités génétique et physiologique, le CNSF s'est vu obligé de développer des programmes de recherche d'accompagnement aux activités de production de semences portant essentiellement sur la technologie des semences, l'amélioration génétique, la sylviculture, la physiologie, la biologie, les techniques de pépinière.

La planification des récoltes tient compte des besoins et préférences au niveau national et des demandes extérieures.

Les récoltes de semences forestières sont effectuées dans des peuplements semenciers et répondent aux normes techniques telles que définies par l'OCDE.

Les peuplements semenciers identifiés par le CNSF sont localisés soit dans le domaine classé ou non, soit dans les domaines privés. Ils sont soit naturels (boisements naturels, parcs agroforestiers) ou artificiels (plantations). Les superficies des peuplements semenciers sont très variables (de un à plus de 100 hectares).

**Encadré 1:** Le CNSF collecte en moyenne 3,5 tonnes de semences par an

Il diffuse et commercialise les semences au niveau national et international. Ses clients sont les projets de reboisements, les pépiniéristes, les particuliers et les structures de recherche.

En 2003, Il a diffusé et commercialisé 4 058,5 kg de semences repartis comme suit:

- Vente au Burkina: 3463,54 kg ( 85%),
- Vente à l'étranger: 501,62 kg (13%),
- Distribution gratuite pour les besoins de recherche: 93, 34 kg (2 %).

L'examen de quelques aspects de la production de semences forestières par le CNSF met en évidence des difficultés dues à l'insuffisance d'implication des populations locales: La gestion des peuplements présente des réalités totalement différentes selon qu'il s'agit d'espèces de valeur pour les populations ou d'une espèce qui ne fait pas l'objet d'une gestion particulière dans le milieu. Pour les peuplements situés dans des exploitations agricoles où ils sont protégés, les paysans sont plus réceptifs aux mesures de protection. Certaines espèces non habituellement épargnées dans les champs ont besoin d'une protection particulière (*Ziziphus mauritiana*, *Detarium microcarpum*, les acacias, etc.).

Les prévisions de récolte sont parfois difficiles à respecter compte tenu de la compétition qu'il y a entre les populations et le CNSF pour la collecte des fruits d'importance alimentaire ou économique pour ces populations (ex.: *Parkia biglobosa*, *Acacia albida*, *Adansonia digitata*, *Acacia senegal*).

**La gestion participative des peuplements semenciers**

Jusqu'en 1997, le CNSF récoltait les semences forestières dans les peuplements identifiés sans aucune intervention particulière d'aménagement ou de gestion. Il est ensuite apparu que ces peuplements semenciers faisaient l'objet de pressions diverses: destruction des peuplements pour installer de nouveaux champs, feux de brousse, coupe, installations d'agglomérations.

A ces facteurs anthropiques s'ajoutent ceux climatiques et naturels: dessèchement des pieds, vieillissement et mortalité.

Ayant mesuré le risque de disparition de ses peuplements semenciers (surtout naturels), le CNSF, à partir de 1998, a expérimenté une gestion des peuplements semenciers basée sur la responsabilisation et la participation effective des populations locales riveraines, et ce, à travers un projet pilote.

La gestion participative des peuplements semenciers repose sur l'approche gestion des terroirs et l'approche participative.

**Avantages de l'implication des populations à la récolte des semences****Intérêt pour les populations**

Les peuplements identifiés dans un terroir donné appartiennent aux populations riveraines; il leur revient donc de les gérer de manière à en tirer le plus grand bénéfice. Ainsi, les paysans producteurs de semences effectuent les récoltes et revendent les graines au CNSF conformément au contrat qui lie les deux parties. Le peuplement devient alors une nouvelle source de revenus pour les populations.

Les paysans bénéficient d'une formation en techniques de récolte, de préparation et de conservation traditionnelle des semences.

Les paysans producteurs de semences font désormais partie du circuit de production et de diffusion des semences et contribuent de ce fait à une plus grande accessibilité des semences aux petits producteurs

Le contrat constitue une base légale et une garantie pour le paysan.



<b>Encadré 2:</b> Les sources de semences et leur mode de gestion par les populations (résultat d'un projet pilote au Burkina Faso)				
Espèces	Villages	Département	Zone semencière	Organe de gestion
<i>Faidherbia albida</i>	1. Djigo	Dori	1	Comité
	2. Kokologo	Kokologo	4	Comité
	3. Zorkum	Kaya	2	Comité
<i>Acacia nilotica</i> var. <i>ad.</i>	1. Debel	Seytenga	1	Comité
	2. Manga	Manga	4	Comité
	3. Pouytenga	Pouytenga	4	Familial
<i>Acacia senegal</i>	1. Di	Tougan	3	Comité
	2. Kirbou	Segnega	2	Comité
<i>Acacia laeta</i>	1. Bouroum	Bouroum	2	Comité
	2. Sambonaye	Dori	1	Comité
<i>Khaya senegalensis</i>	1. Guenon	Tiébébé	5	Comité
	2. Koyinga	Botou	5	Comité
	3. Tiéfora	Tiéfora	6	Comité
<i>Parkia biglobosa</i>	1. Gnorgho-yanga	Comi-yanga	4	Comité
	2. Ouidi-banembanto	Saponé	4	Comité
	3. Tiakané	Pô	5	Familial
	4. Toussiana	Houet	5	Familial
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1. Dabokitila	Sono	3	Comité
	2. Falagountou	Seytenga	1	Comité
<i>Ziziphus spina-christi</i>	1. Falagountou	Seytenga	1	Comité

Source: Yago, 2000 (modifié)

### Intérêt pour le CNSF

L'accessibilité des sources de semences appartenant à des privés est facilitée compte tenu des nouveaux rapports établis entre le CNSF et les populations locales.

Le coût de revient (considérant seulement les charges directes) des semences est théoriquement réduit.

La pérennité des sources de semences est mieux assurée eu égard à la participation des populations locales.

### Impact sur la conservation des ressources phytogénétiques

L'application de cette stratégie par le CNSF contribue à la conservation *in situ* des sources de semences. La participation des populations locales à l'entretien des sources de semences constitue un gage de gestion plus durable de ces ressources. En effet, les opérations suivantes sont entreprises dans les peuplements par les populations elles-mêmes:

- Délimitation des peuplements,
- Ouverture de pare-feux périmètraux,
- Coupes sanitaires ou de rajeunissement, et
- Enrichissement des peuplements par semis direct ou par plantation.

L'implication des populations à la récolte de semences et à la gestion des peuplements semenciers est une réponse au concept selon lequel pour une bonne gestion des ressources génétiques, il faut allier l'utilisation à la conservation

### **Les mode de gestion**

Les résultats obtenus à partir de deux années de gestion participative des sources de semences font ressortir deux éléments majeurs déterminant la durabilité de la production de semences par les populations locales: la propriété des arbres et la motivation pécuniaire.

**Encadré 3:** Les différents modes de gestion des sources de semences recensés au Burkina Faso dans la mise en œuvre du projet pilote

**La gestion familiale** est apparue plus efficace que la gestion communautaire du point de vue protection pérennisation du peuplement. C'est le cas du paysan de **Tiakane** qui a opéré des semis directs de *Parkia biglobosa* depuis 1981 et entretient sa plantation dans l'objectif d'une production fruitière. Ce type de gestion est plus flexible et plus durable du fait que l'activité résulte de l'initiative du responsable de famille.

La gestion des recettes issues de la vente des semences relève d'une seule personne en occurrence le chef de famille. Ce qui constitue un avantage sur le plan rémunération individuelle.

La **gestion communautaire** est tributaire de l'engagement des membres compte tenu de l'intérêt qu'ils y trouvent. Ainsi à **Sambonaye** dans la zone sahélienne, les membres du comité entreprennent des actions sylvicoles telles les tailles d'entretien des arbres et font des enrichissements dans le peuplement. A **Kirbou** dans la zone Nord Sahélienne, les membres du comité de gestion ont procédé à un enrichissement du peuplement d'*Acacia senegal* par semis direct et interdit la coupe du bois à l'intérieur du peuplement.

Par contre le comité de **Tiéfora** dans la zone Sud Soudanienne accorde moins d'intérêt à la gestion des peuplements de *Khaya senegalensis*. Aucune initiative n'est prise pour améliorer la productivité du peuplement et/ou sa pérennisation. Une des raisons de la non motivation des populations serait que les avantages comparatifs qu'offre le peuplement de *Khaya senegalensis* ne sont pas incitatifs dans la zone.

Les situations où le peuplement s'étale sur plusieurs propriétés privées posent des difficultés de gestion lorsque un ou plusieurs propriétaires refusent d'adhérer au comité. C'est le cas du peuplement de *Faidherbia albida* à Zorkoum (Lac Dem) dans la zone Nord Soudanienne. Les propriétaires non engagés dans l'activité de production de semences, ne participent ni à la récolte ni aux activités de gestion courante du peuplement et peuvent refuser l'accès à leurs arbres.

### **Les contraintes à la responsabilisation des populations locales dans les opérations de production des semences**

Les difficultés de l'utilisation de l'approche participative dans la production des semences sont multiples compte tenu de l'exercice de la responsabilité des activités qui passe de la seule structure de semences aux différents acteurs des programmes de reforestation.

La définition des responsabilités pour chaque acteur demeure une opération délicate où l'accord de toutes les parties est indispensable car la défaillance d'un des acteurs compromet la réussite de tout l'ensemble. Il est souvent admis que la protection des peuplements relève de la responsabilité des populations locales. Celles-ci doivent être conscientes de cette responsabilité et avoir la volonté et les moyens de l'assumer.

L'engagement des acteurs dans la production des semences dépendra de l'intérêt qu'ils ont dans l'activité. Les populations locales manquent souvent de motivation à cause du climat de méfiance qui existe entre elles et l'administration dans bon nombre de pays. Instaurer la confiance entre les acteurs devient alors un préalable nécessaire à la bonne exécution du programme.

Les insuffisances constatées dans l'exécution des contrats sont de divers ordres:

- La faiblesse du marché de semences a pour conséquence des revenus annuels parfois insignifiants à l'échelle individuelle chez les producteurs.

- La qualité requise pour les semences n'est pas toujours respectée par les producteurs, ce qui suggère que les populations ont besoin d'être encadrées techniquement pendant un certain temps.
- Le retard dans le paiement des producteurs par le CNSF.
- Le manque de matériel de récolte adéquat au niveau des producteurs.
- Le manque de confiance des producteurs aux structures étatiques.
- L'aspect conservation des ressources génétiques forestières n'est pas souvent bien compris par les partenaires locaux.

### **Conclusion**

La participation des populations locales à la production des semences est une condition essentielle à une gestion durable des sources de semences dans les pays sahéliens où les systèmes agricoles intègrent l'arbre dans la production. Ainsi, les centres de semences doivent d'abord s'adapter aux réalités socio-économiques et culturelles du milieu avant toute autre considération de rentabilité économique.

### **Références**

- CNSF. 1996. Rôle et perspectives du Centre National de Semences Forestières dans la mise en œuvre des politiques nationales en matière de foresterie. Document de stratégie et d'orientation. CNSF. 24 pp.
- FAO. 1995. Approche participative, communication et gestion des ressources forestières en Afrique Sahélienne. 105 pp.
- Framond de H. 1990. Répertoire de sources de semences Forestières de la zone soudano-sahélienne (Avant-Projet). Programme Régionale de Semences Forestières. C.I.L.S.S.
- Freudenberger K S. 1995. Droits fonciers et propriété de l'arbre et de la terre. Outils de diagnostic rapide. FAO, Rome. 91 pp.
- Goumandakoye M, Bado JB 1991. L'aménagement des terroirs: Concept et Opérationnalisation. CILSS. 86 pp.
- Jensen AM. 2000. Stratégie nationale intégrée de production et de diffusion des espèces ligneuses au Burkina Faso. Projet production de semences et conservation des ressources forestières dans les terroirs villageois. CNSF; Danida Forest Seed Centre.
- Kam de M, Nikiema A. 1996. Projet assistance néerlandaise au Centre National de Semences Forestières. Rapport final. IBN-DLO, IBN Research Report 96/9. 98 pp.
- Nikiema A, Ouédraogo S, Boussim J. 1998. Conservation et utilisation des ressources génétiques forestières. Rapport national du Burkina Faso. Atelier Régional sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne.
- Ouédraogo AS. In: Ouédraogo AS, Boffa JM. 1999. Vers un approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne. Actes du premier atelier régional de formation sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest, Afrique Centrale et Madagascar. 16-27 mars 1998. Centre Nationale de Semences Forestières, Ouagadougou, Burkina Faso; IPGRI. pp 23-39.
- Yago OEL. 2000. Rapport d'évaluation de la première année de collaboration avec les populations locales. Projet pilote "production de semences et conservation des ressources forestières dans les terroirs villageois" (financement danois). CNSF/DFV.

## Gestion de l'aire protégée de Baban Rafi par les communautés rurales locales: Un exemple d'autogestion

M. Gandah, B. Danjimo, A. Toudjani

INRAN, Niamey, Niger

### Résumé

La diversité biologique végétale est l'un des principaux atouts des populations sahéliennes, des pays en voie de développement. Sa protection et son utilisation durable sont devenues des conditions *sine qua non* pour assurer la sécurité alimentaire et lutter contre la pauvreté. Au Niger, les aires protégées, dont celle de Baban Rafi, ont fait l'objet de diverses mesures à cet effet. Après valorisation d'études et expériences sur l'exploitation des massifs forestiers sur sols ferrugineux tropicaux de l'ouest du pays, les 40000 ha de l'aire protégée de Baban rafi ont été aménagés en 22 marchés ruraux et une réserve de la biodiversité. Un système de six blocs par marché est mis en place. La gestion de la diversité biologique a été confiée aux populations riveraines sous la supervision des services techniques: exploitation rotative de bois dans les blocs, système de taxation incitatif et surveillance par les populations bénéficiaires. Aujourd'hui, elle renferme une diversité d'espèces comprenant plus de 179 espèces réparties en 47 familles d'Angiospermes et 2 classes de Bryophytes. Les écosystèmes sont constitués de la forêt basse claire et de galeries longeant les Koris. Plusieurs espèces végétales, très utiles pour les populations riveraines n'existent que dans cette forêt: *Commiphora pedunculata*, *Securidaca longepedunculata*, *Xeroderris stuhlmannii*, *Azelia africana*, *Daniellia oliveri*, etc. En outre, les relevés et l'inventaire de végétation ont permis de préciser les productions mais aussi les contraintes actuelles dont l'insuffisance de la maîtrise des techniques d'exploitation, l'empiètement des terres agricoles sur les aires forestières, l'influence des autorités, les parcours irréguliers, etc.

Les activités programmées par le DMP et ses partenaires visent à améliorer la productivité et les techniques d'exploitation, à contribuer à l'élaboration d'un cadre juridique pour contrôler les influences extérieures pour une gestion durable des ressources génétiques de cette aire.

### Introduction

La sécurité alimentaire est pour la plupart des pays en développement un problème crucial entrant dans le cadre de leur politique de développement. Une des solutions adoptée a été d'accroître la production agricole de quelques cultures par la dissémination de variétés à haut potentiel et assurer les conditions de production. Après une augmentation de la production céréalière mondiale de 8,5% entre 1995 et 1996, au moins 29 pays dont plus de la moitié sont situés en Afrique sub-Saharienne, requièrent une aide avant mi-1997. Williams et al. (2003) signalent que 850 millions de personnes sont sous-alimentées dans le monde.

La réalisation de la sécurité alimentaire implique la maîtrise de la croissance de la population et son maintien à un taux plus bas d'une part et, la diversification des cultures, la conservation et l'exploitation des ressources génétiques d'une plus grande diversité biologique de l'autre (Tao et Anishetty, 1999; IPGRI 2000).

En terme de conservation de la diversité, les aires protégées, quand elles sont bien gérées et exploitées, sont d'importants réservoirs. En effet, la diversité y est plus élevée que dans les zones cultivées et les zones non protégées (Saadou 1990, 1998; Danjimo 1997, 2000) où la flore tend à s'homogénéiser avec élimination d'espèces moins résilientes. Au Niger, des exemples typiques s'observent dans l'aire protégée de l'Air Ténéré où l'on observe *Olea laperinii* (olivier sauvage) et *Cola laurifolia*, *Cynometra vogelii*, *Albizzia zygia*, etc. ne se trouvent que dans le Parc du W. Conformément à la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) (Articles 8 et 10), plusieurs aires protégées ou paysages naturels boisés sont aménagés pour générer des revenus aux populations qui y exercent des actions favorables à la régénération du capital productif et à la conservation de la diversité biologique.

L'aire protégée de Baban Rafi constitue un exemple de succès de ces aménagements forestiers où les populations sont responsabilisées dans la gestion. Toutes les autres institutions (ONG, services techniques, projets de développement, recherche) accompagnent les diverses actions des populations pour l'utilisation et la conservation des ressources. En effet, la forêt a été aménagée avec l'appui des services de l'environnement, en 1993 par Care International, puis 1997 par le Projet Energie Domestique II et en 2003 par le Projet d'Aménagement des Forêts Naturelles. Ces services et projets définissent les normes techniques d'exploitation et proposent un plan d'aménagement qui est exécuté par les populations riveraines du massif forestier. Plusieurs avantages sont tirés de cette gestion notamment les revenus générés par la vente de bois énergie, les sous-produits non ligneux procurés par la forêt et surtout une protection plus efficace des espèces rares qui sont moins soumises à des prélèvements abusifs. Ce document présente les potentialités, la gestion de la forêt par les populations, les avantages tirés et les perspectives relatifs à la gestion communautaire de la forêt protégée de Baban Rafi.

### **Présentation de la zone**

L'aire protégée de Baban Rafi se situe entre 13° - 3°20' N et 6°40-7°E, dans la région de Maradi au Centre Sud du territoire du Niger (Figure 1). Le climat est également de type sahélien à saison sèche longue d'au moins 7 mois et une pluviosité de 533 mm pour une ETP de plus de 2160 mm/an (DMP 2003).

A son classement, la forêt couvrait 80 000 ha (1962), 40 000 ha en 1992 (Care International, 1993) et 36 000 ha en 2002, (PAFN 2003). Elle est pratiquement enclavée dans les champs dans ses limites est, nord et ouest. La forêt comprend une zone tampon ou front agricole.

La population riveraine est d'environ 76 000 habitants soit 111 habitants au km<sup>2</sup> (RGPH 2001). Elles pratiquent l'exploitation du bois de la forêt, l'agriculture (sous pluie et en décrue le long des cours d'eau qui traversent la zone) et l'élevage avec un cheptel d'environ 41 000 UBT. Toutes ces activités ont des effets influençant la forêt comme la zone tampon autour de la forêt qui est déjà mise en culture. La partie nord montre un stade avancé de déboisement et de dégradation de la végétation.

### **Les marchés ruraux de bois et la gestion communautaire de la forêt**

#### **Historique**

Au cours des années 1960 à 1980, le domaine forestier naturel de l'Etat était protégé par des lois et un personnel des services forestiers très répressif. Cependant, les besoins des populations cherchant terres de culture ou bois à vendre se sont fait de plus en plus pressants. Seuls le parc national du W et la réserve naturelle de l'Aïr Ténéré étaient suffisamment protégés. Dès les années 1980, avec le Projet Utilisation des Sols et des Forêts, la gestion du domaine forestier de l'Etat a commencé à être revue avec notamment l'aménagement de la forêt classée de Guesselbodi à partir de 1981 puis celles de Gourou bassounga, Faira, etc. (Mahamane et Montagne 1997).

Mais ce type de gestion n'a pris de l'ampleur que dans les années 1990 avec les expériences du PED II qui a précisé les besoins en bois énergie des principales agglomérations du pays (2 à 3 millions de tonnes dont 87% sont satisfaits par les massifs forestiers) et tracé un schéma directeur de leur approvisionnement en bois. Ces besoins en bois constituent une contrainte à lever nécessairement pour éviter la destruction pure et simple des ressources biologiques végétales du pays. La mise en œuvre de la stratégie énergie domestique (SED) vise la pérennisation de la fourniture du bois par l'environnement tout en assurant la conservation, l'implication et la responsabilisation des populations dans la gestion, et rendre plus efficiente l'action des pouvoirs publics dans le domaine forestier. En 1994, les prévisions nationales étaient la création de 330 marchés ruraux de bois autour des différentes formations forestières du pays (Mahamane et Montagne 1997). Une ordonnance 92-037 du 21 août 1992 régit ces marchés ruraux.



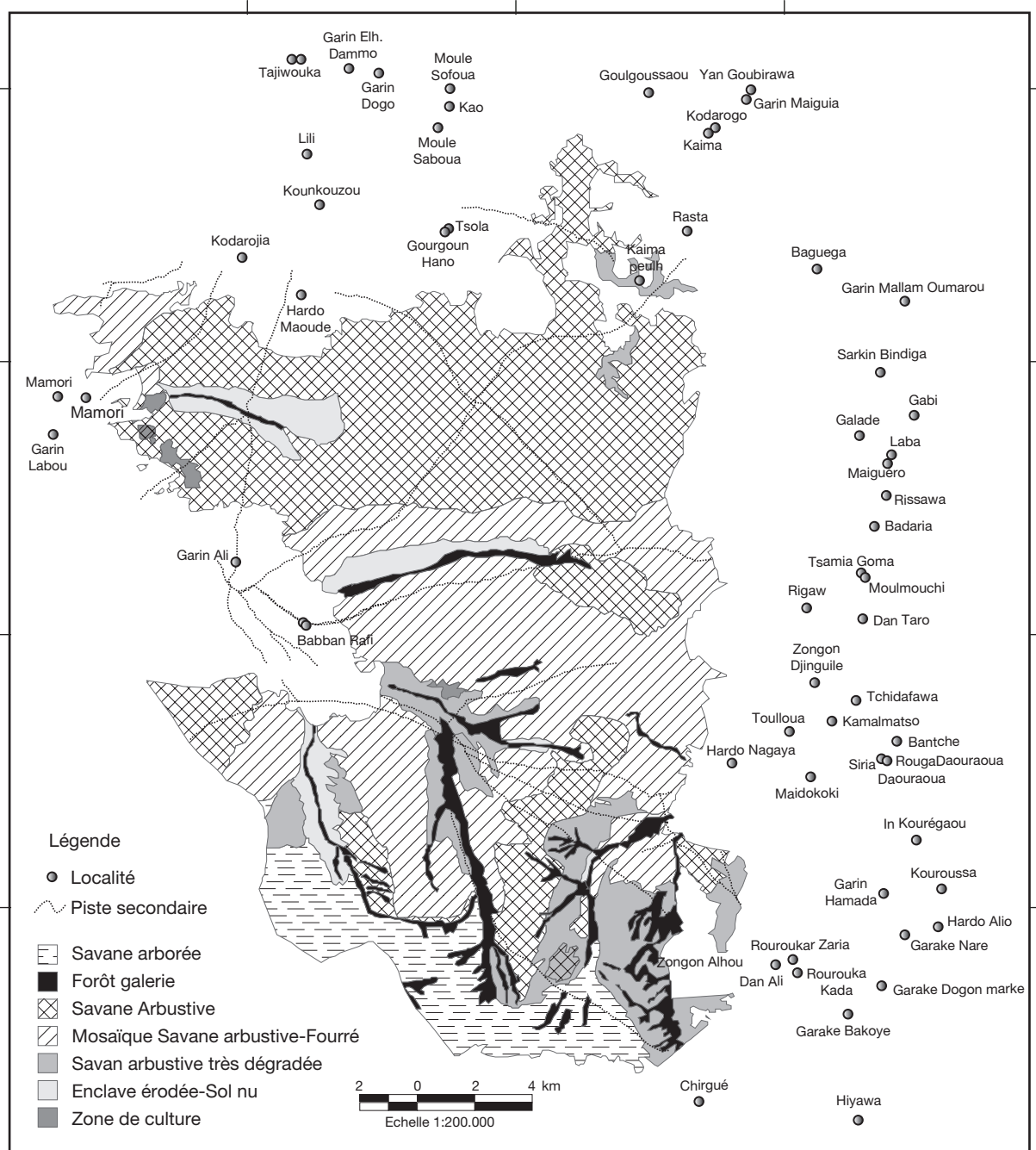


Figure 1: Constitution de la réserve forestière de Baban Rafi

### Mise en place du marché rural (MR) et fonctionnement

L'idée originale est que la ressources naturelles ne saurait être mieux utilisées ou gérées que par les populations locales. La création des MR procède d'une démarche longue:

- une bonne information des populations riveraine du site;
- des entretiens avec les différents villages, diagnostic socio-économique (disponibilité des bûcherons, développement de la filière, activités pastorales, position foncière, etc.);
- des négociations avec les populations pour l'élaboration du parcellaire, inventaire des ressources et productivité;
- identification des villages devant faire partie des MR, mise en place des structures locales de gestion (gestionnaire, trésorier et président) et formation des acteurs;
- constitution du dossier d'agrément par les autorités;

- suite à ces étapes, l'Etat octroie un acte de concession rurale qui donne les droits d'exploitation et gestion de l'aire aux populations ayant fait la demande (Mahamane et Montagne 1997).

Il s'agit donc d'évaluer les ressources et leurs potentialités, aider à la mise en place des structures locales de gestion (SLG) dont les animateurs doivent être formés. En effet, les SLG ont l'obligation morale de fournir la quantité de bois basée sur le quota de coupe prédéfini et qui doit être contrôlé par les services techniques à travers les coupons de vente.

Après sa mise en place, le MR comprend:

- un gestionnaire qui doit répondre à la demande de bois en octroyant aux bûcherons le permis de couper une quantité spécifiée de bois. Ces coupes sont soumises à des normes notamment sur les espèces autorisées. Généralement, au Niger, ce sont *Combretum micranthum*, *C. nigricans*, *Guiera senegalensis*. Lorsqu'elles sont abondantes dans la zone, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum*, *Boscia senegalensis*, *B. angustifolia*, *Lannea* spp. peuvent être exploitées. Toutes les autres espèces sont exclues des coupes (sauf si les plants sont morts) et, du fait de la restriction des interventions dans l'aire, bénéficient de meilleures conditions de conservation *in situ*. Les bûcherons sont formés et sensibilisés sur les normes adoptées.
- le trésorier assure la gestion financière du marché et répartit les recettes collectées entre les différents bénéficiaires (bûcherons, caisse villageoise, Etat, etc.).
- le Président dirige le marché et s'assure de sa cohésion en gérant les conflits
- les bûcherons qui assurent les coupes selon les normes techniques définies pour la parcelle.

A Baban Rafi, les MR sont des coopératives qui s'associent en fédération dont le bureau est chargé de synchroniser les activités des différents membres. Il discute également avec les interlocuteurs extérieurs des questions relatives à la gestion de l'aire.

Le fonctionnement se fait avec l'appui constant des services de l'environnement qui maîtrisent les techniques de coupes, les quotas à prélever par parcelle, les actions de récupération des terres par divers ouvrages et les plantations et ensemencement avec des herbes utiles. En outre, tous les programmes annuels sont effectués avec leur appui, et ils veillent à la répartition régulière des recettes ainsi que le respect de toutes les mesures. En plus des contrôles effectués par les SLG, les agents des eaux-et-forêts contrôlent les coupons d'achat et de transport de bois pour la détection des éventuelles fraudes.

### **Potentialités de la forêt de Baban Rafi en 2003**

La forêt a fait l'objet d'inventaire de bois énergie et autres études de végétation, fonctionnement hydrique, pédologique, etc. Il s'agit de plusieurs actions engagées en même temps par divers partenaires notamment le PAFN, DMP, Projet Aide à la Décision, et l'AGRHYMET. Baban Rafi abrite les écosystèmes suivants:

- les galeries forestières de fourrés à *Acacia erythrocalyx*, *A. ataxacantha*, *Combretum micranthum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Pterocarpus erinaceus*, etc. Elles sont généralement hautes et denses et localisées le long des ruisseaux de la partie sud de la forêt.
- les fourrés, constituant les brousses tigrées types, sont les plus répandus. Ils alternent généralement avec des parties moins boisées mais plus réduites à *Guiera senegalensis*.
- Les steppes arbustives à *Guiera senegalensis* surtout dans la zone Nord mais aussi sous forme d'enclaves plus ou moins vastes dans la partie Sud.

La forêt protégée de Baban Rafi comprend une flore d'au moins 179 espèces dont une grande partie est unique à cette forêt. En effet, tous les arbres soudaniens qu'on y trouve n'existent plus dans les régions environnantes. On peut citer *Azelia africana*, *Daniellia oliveri*, *Xeroderris stuhlmannii*, *Commiphora pedunculata*, *C. papyrifera*, etc. Il en est de même pour les lianes et les herbacées. Trois espèces y ont été recensées pour la première fois dans la flore du Niger:

*Kampferia aethiopica*, *Trochomeria macroptera* et *Commiphora papyrifera*.

La forêt de Baban Rafi héberge également une grande diversité faunique sauvage soit 25 espèces de mammifères, 350 d'oiseaux et une dizaine de reptiles.

Au niveau des productions de cette forêt, PAFN (2004) estime à 7,784 stères par hectare de bois exploitable soit 280 000 tonnes de bois exploitable pour une régénération de plus 20000 tiges/ha (DMP 2004). La production herbacée est de 0,535 t/ha soit une production de près de 20 000 tonnes qui, ajoutée aux sous-produits agricoles et fourrages aériens, constituent un stock de 47 000 tonnes de fourrage. Le cheptel estimé à 40 500 UBT a besoin de 73 000 tonnes de fourrage d'où un déficit de 26 000 tonnes qu'il faut mobiliser sans détruire les ressources de la forêt.

Il y a une forte hétérogénéité dans les différentes productions du fait de la multitude des stations écologiques et des variations de surface auxquelles sont sensibles les jeunes plants et les herbes. Cependant il apparaît nettement que les caractéristiques de la végétation sont différentes entre les 3 parties de la forêt protégée. Le Nord se caractérise par une densité, une production herbacée et des rejets de souches assez élevés; le Sud par une densité et une production herbacées moins élevées mais plus de tiges exploitables; tandis qu'au centre c'est la régénération par graine qui est plus élevée. Il faut noter ici qu'il s'agit de données de la saison des pluies, la mortalité des jeunes sujets est importante au cours de la saison sèche. L'explication de la disparité entre les différentes parties de la forêt repose sur les conditions édaphiques, le Nord est plus sableux que le Sud et le centre où la végétation a tendance à se contracter tout en étant plus productif (Ichaou et D'Herbès 1997). En outre le Nord est plus sujet aux incursions et aux coupes frauduleuses accentuant la pression sur la ressource ligneuse.

### **Avantages de la gestion communautaire**

#### **Conservation d'une grande diversité**

Le nombre assez élevé d'espèce s'explique essentiellement par les effets de la conservation par les populations elles-mêmes. Cela est d'autant plus facile lorsqu'elles comprennent le rôle que joue la forêt et l'intérêt qu'elles peuvent tirer de sa gestion.

La densité de la végétation, la quantité de bois exploitable et la régénération y sont meilleure dans cette forêt comparée à celle des autres du pays (Figure 2), mais les souches y sont moins nombreuses que dans les autres formations. Cette conservation communautaire est plus adéquate car plus favorable à la manifestation de la diversité. Dans deux forêts similaires, celle de Chabaré qui est une forêt protégée, et celle de Korghom qui est une formation naturelle, toutes sont soumises aux intrusions des populations et au manque de surveillance par les agents de l'Etat.

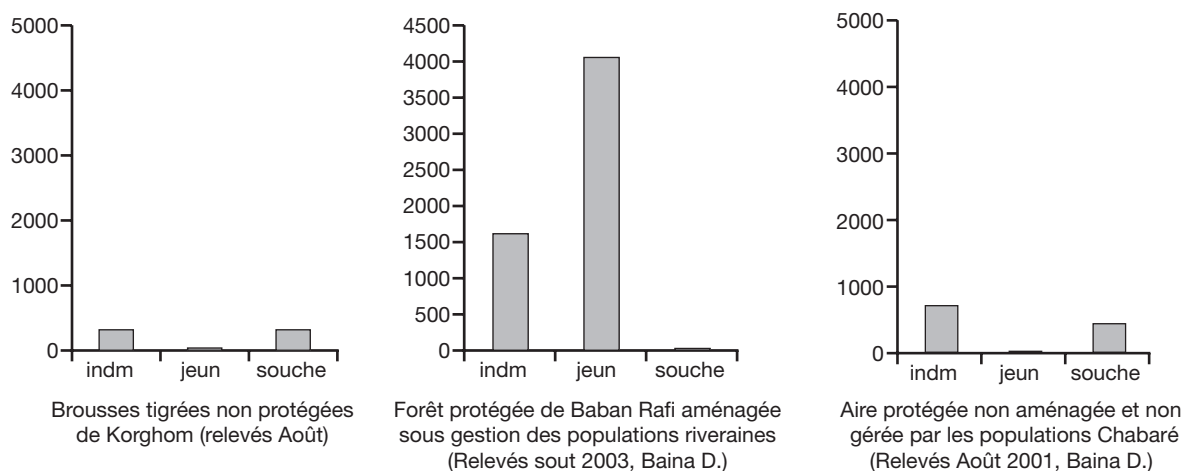


Figure 2: Caractérisation de la végétation de 3 formations végétales à Korghom (13°28' N et 8°14'E), Baban Rafi (13°-13°16 N et 6°50'E) et Chabaré (13°44' N et 8°12'E): indm =plants de plus de 50 cm, jeun= plants de 1-3 ans de moins de 50 cm et souche = plants de plus de 3 ans et inférieurs à 50 cm.

### Avantages tirés

Ils comprennent les divers produits alimentaires, pharmaceutiques en plus des revenus principalement de l'activité de vente de bois.

### Sécurité alimentaire

Il n'existe pas de données statistiques relatives à volet mais on note un grand nombre d'espèces à usage alimentaire sous forme de feuilles, fruits et tubercules. Saadou et Garba (1997) ont répertorié de plus de 110 espèces ligneuses ou herbacées alimentaires. On peut citer les feuilles de *Ceratotheca sesamoides*, *Corchorus tridens*, *C. olitorius*, *Adansonia digitata*, etc. utilisées dans les sauces. Le tamarin, le néré, les fruits de *Detarium microcarpum* sont également des produits d'utilisation courante. D'autres espèces rares comme *Raphionacme daronii*, produisent un tubercule très consommé.

La collecte de la gomme de diverses espèces est aussi une activité génératrice de revenu tout en ayant un caractère alimentaire. Les gommes récoltées sont consommées ou vendues. Parmi les espèces productrices de gomme *Combretum nigricans*, *Acacia seyal*, *A. sieberiana* sont les plus fréquentes dans les zones inondables des cours d'eau de la forêt.

Aux périodes de chasse autorisée, les populations ont accès à la viande des animaux sauvages de la forêt protégée avec environ 385 espèces animales.

L'apiculture est pratiquée par installation de ruches traditionnelles principalement dans la zone agricole bordant la forêt.

L'exploitation du bois énergie dont la vente génère des revenus (soit 186 millions de FCFA entre 1997 et 2002) demeure la principale activité. L'affectation des revenus générés est décidée dès l'élaboration de la convention de concession de la forêt, entre les acteurs concernés: SLG, bûcherons, Etat, Présidents de la coopérative et de la fédération, actions de restauration du capital productif végétal de la forêt (paillages, plantations, constructions d'ouvrages de CES/DRS) et de la zone agricole. Pour un stère vendu à 1600 FCFA, la répartition est la suivante:

- Caisse villageoise: 250 frs
- Taxes: 350 frs subdivisés en deux parties égales: 175 pour le village (dont 40% pour le fond d'aménagement et 60% pour le village) et 175 pour l'Etat
- Bûcherons: 750 frs
- Fédération: 100 frs
- Gestionnaire: 100 frs
- Président: 50 frs

Cela permet aux populations de faire des investissements au profit de leurs villages et mener des actions concourant davantage à la sécurité alimentaire et à leur bien-être. Au titre des réalisations provenant des recettes, on peut citer plusieurs infrastructures comme des banques d'intrants, des banques céréalieres, constructions de classes et de puits. Il y a également des appuis aux initiatives féminines à travers l'octroi de petits crédits pour assurer l'embouche.

On peut enfin constater que l'importante diversité biologique observée au niveau de la forêt est le résultat de l'appropriation par les populations de la gestion de la forêt.

### Bilan de la phase 1997-2003 et contraintes à lever

Cette phase a concerné l'exécution du dernier plan d'aménagement et de gestion communautaire de la forêt protégée de Baban Rafi. Les inventaires effectués ont montré une baisse nette de la production de 8,320 stères à 7,784 stères par hectare (Figure 3), soit un écart d'exploitation 3038 stères à l'échelle de la forêt.

Plusieurs facteurs ont été identifiés pour expliquer cette réduction des performances: "la pression pastorale qui s'est considérablement accrue de 9075 UBT en 1993 à 40514 UBT (PAFN, 2003). Cette pression pastorale signifie un déficit fourrager de 28 000 t et constitue un facteur pouvant influencer négativement les ressources forestières. Des implantations irrégulières de campements pastoraux, des pacages excessifs, et des prélèvements sévères et irréguliers sur certaines espèces à faibles valeur fourragères, ont été observés (DMP 2003).

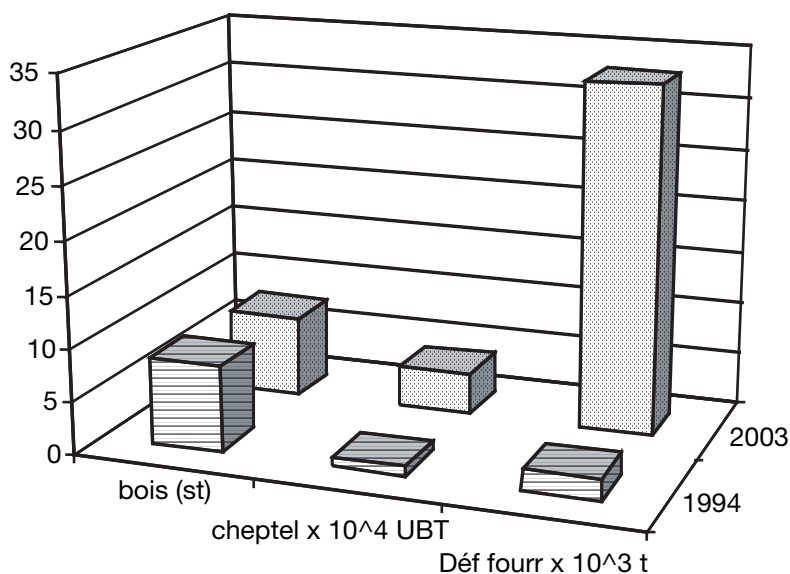


Figure 3: Gestion de la forêt aménagée

Le non-respect des normes de coupes malgré les contrôles (hauteur de coupe, quotas, etc) entraîne des effets adverses sur des espèces comme le *Combretum nigricans* et la productivité en bois.

Plusieurs des actions, de maintien et d'amélioration du capital productif végétal de la forêt, ne respectent le fonctionnement des brousses tigrées en ce sens que tous les impluviums sont systématiquement récupérés perturbant ainsi le fonctionnement hydrique des écoulements et l'alimentation en eau des bandes boisées.

L'exploitation agricole des terres constitue aussi une contrainte majeure. Pratiquement tous les MR ont mis en valeur leur zone tampon, dite front agricole qui a augmenté de 5000 ha entre 1993 et 1999.

### Perspectives

La gestion communautaire des ressources forestières de Baban Rafi est un exemple de réussite de l'utilisation durable des ressources naturelles. La diversité biologique se conserve mieux que dans les zones non contrôlées par les populations: 179 espèces végétales, 385 espèces animales et des biotopes assez bien conservés procurent divers avantages aux populations locales. Cela les motive davantage et lorsqu'elles sont impliquées, les populations assurent plus efficacement certaines tâches dévolues jadis à l'Etat. Sur les contraintes relevées, le DMP et ses partenaires intervenant dans la forêt, se proposent de:

- identifier de manière précise les potentialités et les ressources de la forêt;
- proposer des techniques de gestion durables des espèces forestières et animales en particulier pour les espèces à faible pouvoir de régénération;
- proposer des modes de vie alternatifs permettant aux populations de réduire la pression sur les ressources forestières;
- contribuer à la formation des partenaires sur les méthodes de gestion et l'évaluation des actions de protection de l'environnement.

Cela nécessitera un partenariat et une complémentarité entre plusieurs acteurs tels que:

- Le Projet Aménagement des Forêts Naturelles (BAD) sur des aspects complémentaires tels que: les quantités de bois exploitable, les espèces à planter, la gestion des impluviums et l'implication des acteurs sociaux et administratifs dans exploitation des terres;
- Le Projet d'Aide à la décision (DGCD Belgique): pour l'utilisation des photos satellites dans la gestion de l'environnement et la mise au point d'outils d'aide à la décision et la formation des partenaires locaux;



- Le projet GEF trans-frontalier Niger-Nigeria pour la gestion des ressources naturelles trans-frontalières;
- Projet AFORNET sur l'économie des modes de gestion des forêts;
- Le Projet Promotion de l'Initiative et Innovation Paysanne II (FIDA, Bioversity): sur les méthodes participatives de gestion des ressources phytogénétiques;
- Les ONG, et associations intervenant dans la zone.

## Références

- Tao KL, Anishetty NM. 1999. Plant genetic resources and sustainable agriculture. In: Sustainable agriculture solutions. Ed. The Novello Press LTD London: 199-200.
- William O et al. 2003. Improving productivity and livelihoods benefits of crop-livestock system through sustainable management of agricultural biodiversity in the semi-arid tropics. Beyond the gene horizon. Sustaining agricultural productivity and enhancing livelihoods through optimisation of crop and crop-associated biodiversity with emphasis on semi-arid tropical agrosystems. Proceeding of a workshop 23-25 September 2002, Pantacheru, India: 153-164.
- IPGRI. 2000. Diversity for development- Ed. IPGRI. 58 pp.
- Saadou M. 1990. Flore et végétation des milieux drainés à l'Est du fleuve Niger. Thèse.
- Saadou M. 1998. Eléments constitutifs de la biodiversité. Rapport scientifique de consultation au CNEDD. 130 pp.
- Danjimo B. 1997. Contribution à l'étude floristique et écologique des formations naturelles et des agrosystèmes au sud du Département de Dosso (Niger). Mém. DEA de Scie. Biol. Appl., Option Biol. et Ecol. Vég. Univ. De Ouagadougou, Burkina Faso. 67 pp.
- Danjimo B. 2000. Contribution à l'étude floristique, écologique et phytosociologique de la végétation de la forêt classée de Gourou Bassounga et des milieux cultivés adjacents. Thèse de 3e cycle en sciences biologiques, Université Abdou Moumouni de Niamey. 153 pp.
- DMP. 2004. Rapport d'activité 2003.
- Saadou M, Garba M. 1997. Etude sur l'intégration des objectifs nutritionnels de la foresterie dans la sécurité alimentaire au Niger. Rapport scientifique de consultation à la FAO.
- Mahamane LE, Montagne P. 1997. Les grands axes stratégiques du projet énergie II. Volet offre pour une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers péri-urbains au Niger. In: D'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Ed John Libbey Eurotext.: 155-168.
- Montagne P, Housseini M, Sanda LO. 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger: le mode de développement. In: D'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Ed. John Libbey Eurotext.: 169-184.
- Montagne P. 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger: outils de développement rural local. In: D'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Ed. John Libbey Eurotext.: 185-2002.
- Peltier R, Lawali EM, Montagne P. 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 1e partie-le milieu: potentiel et contraintes. Bois et forêts des tropiques n° 242:59-76.
- Peltier R, Lawali EM, Montagne P. 1995. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 2e partie-les méthodes de gestions préconisées. Bois et forêts des tropiques n° 243: 5-21.
- Projet Aménagement des Forêts Naturelles du Niger. 2004. Plan actualisé d'aménagement de la forêt de Baban Rafi sud- période 2004-2012. 133 pp.
- Ichaou A, D'herbès JM. 1997. Productivité comparée des formations structurées et non structurées dans le Sahel nigérien. Conséquences pour la gestion forestière. In: D'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Ed John Libbey Eurotext.: 119-130.
- UICN, 1999. Parks for diversity. Policy guidance based on experience in ACP countries. UICN publications service unit. 119 pp.

## Le fonio: Un regain d'intérêt en Afrique de l'ouest

T.A. Diallo

*Institut de Recherche Agronomique de Guinée*

### Resumé

Le fonio est largement cultivé dans la plus part des pays de l'Afrique de l'Ouest. La Guinée où l'on rencontre la plus grande diversité variétale en est le plus grand producteur. Dans les pays bénéficiaires de l'appui du projet CFC « Amélioration des technologies post récolte du fonio », 10 variétés ont été sélectionnées et décrites. Ces variétés répondent aux exigences édapho climatiques de la région, et ont des rendements variant de 700 à 1250 kg/ha.

Le fonio est recherché aussi pour ses qualités nutritionnelles, forte teneur en acides aminés : méthionine et cystine. Il constitue de nos jours un aliment de base pour les populations rurales, un plat d'honneur et un repas de luxe pour les cérémonies; c'est aussi un aliment diététique.

Il existe 3 formes de préparation de fonio et plus d'une vingtaine d'anciennes et nouvelles recettes culinaires inventoriées par le projet dans la sous région.

Sur le plan de la commercialisation, le fonio est vendu sous deux formes : paddy et décortiqué. Dans la sous région la Guinée est le plus grand exportateur de fonio. De 2002 à 2003 elle a exporté près de 800 tonnes vers le Sénégal, le Mali et la Guinée Bissau, et 10 à 20 tonnes de fonio précuit vers les Etats Unis.

Pour répondre aux préoccupations des utilisateurs (transformateurs, commerçants, ménagères...), les équipes techniques du projet a mis au point des batteuses des décortiqueuses à fonio et plusieurs équipements de nettoyage : canal de vannage, crible rotatif, dé sableur etc. Ces équipements sont testés dans les zones rurales et dans les petites entreprises de transformation au Mali, au Burkina et Guinée. Des résultats assez intéressants ont été obtenus, mais des efforts restent cependant à fournir pour la mise à disposition des utilisateurs de ces technologies.

### Introduction

Le fonio (*Digitaria exilis* Staff) est l'une des céréales millénaires les plus anciennement connues des populations de la sous-région ouest Africaine. Cultivé en zone semi-aride, sa résistance exemplaire à la sécheresse et son aptitude de pousser sur des sols pauvres en font une culture de soudure par excellence. Produit auparavant en quantité importante, il a subi, à cause de sa transformation très difficile, un véritable déclin dans sa production jusqu'à occuper une position marginale dans le système de culture de la plupart des pays.

La mécanisation des opérations culturales et surtout de post-récolte a ouvert aujourd'hui de nouvelles perspectives pour mieux le valoriser sur le marché urbain où il est bien apprécié. Le fonio qui a été longtemps considéré comme une céréale mineure, la « céréale du pauvre » connaît de nos jours un regain d'intérêt en zone urbaine en raison des qualités gustatives et nutritionnelles que lui reconnaissent, les consommateurs. Spontanément et avec l'appui des autorités locales et de diverses organisations non-gouvernementales, de nouveaux produits à base de cette céréale et de nouveaux circuits de commercialisation émergent.

Pour rendre le fonio plus compétitif en terme de qualité et de prix, il est indispensable d'améliorer les techniques de transformation en modernisant les équipements existants et en concevant de nouveaux matériels. C'est pour répondre à ces préoccupations que le projet « d'amélioration des technologies post-récolte du fonio » a été lancé. Il a été financé par le CFC (Fonds Commun Pour les Produits de Base). Placé sous l'égide de la FAO, ce projet régional associe les instituts de recherche du Mali, Instiut d'Economie Rurale (IER), de la Guinée (IRAG, Institut de Recherche Agronomique de Guinée) du Burkina Faso (IRSAT, Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologie) et le CIRAD qui en est l'agence d'exécution.

Le projet avait pour objectif global de stimuler la commercialisation et la consommation du fonio grâce à l'amélioration des technologies de transformation par des petites entreprises ou de groupements d'opérateurs. Les activités de ce projet étaient axées sur l'ensemble des opérations intéressant les séquences de la filière (matériel végétal, battage, décorticage et nettoyage). L'analyse des caractéristiques technologiques ainsi que l'étude de la consommation et de la commercialisation du fonio ont été également des aspects importants abordés dans le cadre de ce projet.

### **Le fonio, sa production et sa dispersion géographique**

La Guinée est considérée comme le centre de dispersion primaire du fonio où on rencontre les plus grandes superficies cultivées (65%). De là, le fonio a conquis des espaces couvrant 15 pays de l'Afrique Occidentale et Centrale incluant la zone Bantou à travers les contacts et les mouvements de société.

En Guinée on cultive le fonio dans tout le pays excepté la zone de Conakry. Il occupe entre 14–17% des superficies emblavées sur le plan national où il vient en deuxième position après le riz. La production actuelle est estimée à 104000 tonnes/an et la dynamique dans les 5 dernières années montre une tendance à la hausse de 10%.

L'objectif du Gouvernement guinéen est de réaliser une augmentation annuelle de 3% afin de porter cette production à 120.000 t/an; ceci dans le but de réduire l'importation croissante du riz et d'assurer la sécurité alimentaire des populations.

Sur le plan de la production on rencontre une gamme riche et variée des formes cultivées de cette plante appartenant à 2 genres: *Digitaria* (plus répandu) et *Deflexa* (moins répandu) avec un cycle variant entre 70 à 150 jours.

### **Importance variétale du fonio**

Les auteurs s'accordent que c'est en Guinée, sur les hauts plateaux du Fouta Djallon que pousse le plus grand nombre des formes de cette plante.

Les variétés utilisées sont très diverses: hâtives et semi-tardives en régions Soussou et Malinké; semi-tardives et tardives en région Peulh et selon la destination de la production.

L'IRAG a entrepris une étude de caractérisation des différentes formes de fonio cultivées en Guinée. De 1989 à 1993, 160 entrées de fonio issues des quatre régions naturelles ont été collectées et étudiées au Centre de Bareng. A l'issue des observations et des criblages effectués, 46 variétés ont été identifiées et constituent la collection de base de l'IRAG. Une classification tenant compte du cycle et du rendement des variétés de cette collection a été effectuée comme suit:

- 16 variétés extra précoces (70–85 jours et 500–1000 kg/ha);
- 15 variétés précoces (85–100 jours et 800–1500 kg/ha);
- 15 variétés semi-tardives (100–120 jours et 1500–2500 kg/ha).

Tableau 1: Rendements des 10 meilleures variétés de fonio

N°	Variétés	Origine géographique	Cycle (jours)	Rendements (kg/ha)
1	Fonhon 3	Mali	99	1250
2	Dieni	Mali	109	1100
3	Gbèlè-Gbèlè	Guinée	111	1083
4	Hothia	Guinée	111	1016
5	Dalaman	Guinée	112	1000
6	Tama	Mali	98	917
7	Pongon 4	Mali	108	900
8	Kansambalan	Guinée	110	900
9	Prépéazo	Mali	111	867
10	Gblimbè	Guinée	107	783

A cette collection de base de l'IRAG, le projet CFC, dans son volet catalogage de variétés a recommandé la conduite et le suivi des collections de fonio des institutions partenaires du Mali et du Burkina Faso en Guinée. Ainsi une étude de caractérisation a été réalisée sur 60 entrées de fonio regroupant le fonio du Mali et de Guinée. Un criblage portant sur le rendement, le cycle, l'adaptabilité à la variation écologique et la résistance aux facteurs dépressifs (ennemis, maladies, intempéries) nous a permis de sélectionner 15 variétés qui se sont révélées les plus intéressantes.

Tableau 2: Valeur nutritive du fonio comparée aux autres céréales

Céréales	Energie (Kcal)/100g	Hydrate de carbone (g/100g)	Protéine (g/100g)	Vit B1 (mg/100g)	Vit B3 (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Fer (mg/100g)
Mil	341	71,6	10,4	0,3	1,7	22,0	20,7
Sorgho	340	74,0	9,4	0,25	3,7	45,0	8,8
Mais	357	73,6	9,4	0,33	2,2	16,6	3,6
Riz décortiqué	346	79,8	7,0	0,17	5,4	6,0	2,4
Blé	322	69,5	11,6	0,32	4,5	35,0	3,1
Fonio	332	74,4	7,1	0,24	1,9	40,0	8,5

Le but fondamental de cet essai est d'identifier 5 à 6 variétés les plus performantes pour la sous région que l'on proposerait aux producteurs, transformateurs, commerçants et consommateurs.

Les 10 meilleures variétés selon le cycle et le rendement sont présentées au tableau 1: Parmi les 10 variétés les plus intéressantes, les deux Maliennes (Fonhon 3 et la Dieni) ont été les plus productives (1250 et 1100 kg/ha) avec une longueur de cycle autour de 3 mois et 10 jours. Elles sont suivies par 3 variétés d'origine guinéenne (Gbèlè- gbèlè, Hothia et Dalamane) avec environ 1000kg/ha pour un cycle de 111 jours.

Il faut souligner que ces variétés en compétition on l'avantage d'appartenir à diverses origines écologiques donc ayant une plasticité acquise pour s'adapter aux zones agricoles les plus variées. Les variétés d'origine malienne sont issues de 4 régions naturelles (Sikasso, Mopti, Ségou et Bougouni) et celles de la Guinée ont été collectées des régions de la Basse Guinée, de la Moyenne Guinée, de la Haute Guinée et une partie de la Guinée Forestière.

Il s'agira enfin d'élaborer un catalogage de ces variétés, de les multiplier et de les diffuser au niveau des producteurs avec l'appui des projets, ONG et autres services de vulgarisation.

### ***Le fonio, une céréale de bonne qualité nutritionnelle***

Le fonio est globalement plus pauvre que les autres céréales en protéines mais il est réputé pour ses fortes teneurs en acides aminés essentiels: méthionine et cystine. En Afrique, il est traditionnellement recommandé aux diabétiques, aux personnes souffrant de surpoids et aux femmes enceintes. Aujourd'hui, il est prescrit comme aliment diététique pour certains convalescents. Sa valeur nutritionnelle est indiquée dans le tableau 2.

### ***Le fonio, un aliment très présent dans l'alimentation des citadins***

Le fonio constitue de nos jours, plus qu'un aliment de base pour les populations rurales, un plat d'honneur, un repas de luxe lors des cérémonies religieuses, les fêtes, et à l'occasion des visites des hôtes de marque.

Bien que souvent plus cher que les autres céréales (riz, maïs, sorgho, mil), le fonio est consommé en zones urbaines au sein des ménages et hors ménage par la majeure partie des citadins.

Les enquêtes de consommation dans les capitales des trois pays (Guinée, Mali, Burkina Faso) ont précisé que 12% des consommateurs selon les villes déclarent en consommer plusieurs fois par semaine voire tous les jours. La grande majorité consomment le fonio moins d'une fois

par mois et on peut par conséquent considérer cet aliment comme occasionnel pour plus de la moitié des consommateurs de Bamako (54%), pour 61% de ceux de Ouagadougou et plus des trois quarts (77%) à Conakry.

Les entretiens qualitatifs ont, de plus, révélé que le fonio est reconnu pour divers effets thérapeutiques, notamment sous forme de paddy (rougeole, jaunisse, maladies de peau, etc.). Ces entretiens ont également montré qu'il est souvent utilisé pour de grandes occasions où l'on s'autorise des dépenses alimentaires plus importantes qu'à l'ordinaire.

Le secteur de la restauration est un marché réel pour du fonio prêt à cuire (bien lavé, éventuellement précuit) qui peut être développé avec l'amélioration des recettes culinaires à base de fonio. Plus de 70% des consommateurs urbains se servent dans les restaurants.

### ***Le fonio, une céréale consommée sous plusieurs formes***

Trois principales formes de préparation du fonio sont largement citées par les personnes interrogées quelles que soient les villes:

Le couscous indique un mode de cuisson des grains à la vapeur. Celui-ci peut être accompagné d'une sauce salée ou de lait et de sucre.

Le fonio au gras est en Guinée, semble-t-il, une adaptation de la recette du riz au gras, préparation relativement récente, originaire initialement des villes sénégalaises côtières où a été inventé le riz au poisson ou « ceebu jin » à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Il s'est diffusé ensuite vers les autres villes africaines sous une variante où la viande remplace le poisson (riz au gras). Au Burkina Faso et au Mali, cette préparation semble plus ancienne. Dans tous les cas, les grains sont alors cuits directement dans une sauce grasse avec des légumes et de la viande ou du poisson.

La bouillie indique un mode de cuisson dans l'eau. Elle peut être légère, plus ou moins épaisse jusqu'à former une pâte consistante ("tô" de fonio).

Les farcis, les croquettes sont de nouvelles formes qui viennent enrichir les recettes culinaires à base de fonio du citadin.

### ***Le fonio, une spéculation de rente***

Sur le plan de la commercialisation le fonio est vendu sous deux formes: Paddy et décortiqué. Le paddy est souvent utilisé dans les échanges, les trocs inter-villageois, lors des marchés hebdomadaires. Le fonio connaît de nos jours une certaine évolution. On en rencontre, décortiqué, blanchi, lavé et même le précuit.

Le fonio décortiqué est la forme qui est beaucoup commercialisée. Elle constitue une spéculation de rente dans les transactions entre collecteurs grossistes, demi-grossistes, détaillants et exportateurs.

Dans la sous-région, la Guinée est le plus grand fournisseur. Elle a exporté environ:

- 400 tonnes (2002) vers le Sénégal;
- 203 tonnes (2002) vers le Mali;
- 175 tonnes (2003) vers Guinée Bissau;
- 10 à 20 tonnes de fonio précuit en sachets et 25 tonnes de fonio blanchi, lavé vers l'Amérique, et l'Europe (2002 et 2003).

### ***Des équipements pour augmenter la consommation en zone urbaine***

Pour répondre aux besoins des ménagères en zone urbaine, de petites entreprises – fabriques artisanales, groupements féminins, proposent maintenant du fonio déjà transformé. Au Mali, en Guinée et au Burkina Faso des transformateurs commercialisent du fonio précuit, conditionné en sachets de plastiques de 500 g et de 1 kg. Ces produits sont distribués dans les épiceries de quartier ou les supermarchés des grandes villes et même exportés en Europe et aux États-Unis. Il faut noter que pour l'obtention d'un produit de qualité avec le mortier et le pilon ou avec les rares équipements existant, il faut un travail laborieux et fastidieux. Le prix du produit ainsi préparé n'est pas à la portée du citadin moyen. Pour rendre plus productive les opérations de transformation, il a fallu donc transformer voire concevoir d'autres pour mécaniser la plupart des opérations post récolte: battage, décorticage, nettoyage, etc.



Les études techniques ont abouti à l'adaptation d'une batteuse et à la mise au point d'un décortiqueur blanchisseur GMBF de type « engelberg » et de plusieurs équipements de nettoyage: canal de vannage, cribles rotatifs, dessableur. Certains de ces équipements ont été installés en zone rurale et dans de petites entreprises, à Bamako au Mali, à Labé en Guinée, à Bobo Dioulasso au Burkina Faso.

### **Battage mécanique du fonio**

Le programme a obtenu les résultats suivants:

- acceptation de la batteuse ASSI modifiée par les paysans;
- batteuse ASSI adaptée aux différentes variétés avec un débit au stade pilote 200 à 350 kg/h;
- pas d'influence de l'humidité sur la période d'essai (mais qu'en est-il pour le battage en septembre ou octobre?);
- l'évaluation du coût de fonctionnement montre que celui-ci est inférieur au coût de battage manuel, mais le niveau d'investissement est élevé.

Pour la suite du programme, il s'agira de:

- faire des essais en période humide pour connaître le comportement de la batteuse en début de campagne de récolte;
- faire une campagne d'information sur le battage (démonstrations);
- préparer le lancement d'une fabrication locale, à réfléchir: plan de fabrication, quel fabricant, mode de diffusion de la fabrication;
- faire la pré-vulgarisation par importation de batteuse du Sénégal pour répondre aux demandes urgentes.

### **Décortication mécanique du fonio**

Les activités au niveau du décortication ont concerné les décortiqueuses GMBF01, CCIEC petit model et le GMBF02. Dans le cadre des testes préparatoires avant le stade pilote, 28 essais en milieu contrôlé ont été effectués avec le décortiqueur GMBF02.

Un montage d'un moteur diesel de 10,3 kW pour les essais en milieu rural a donné les résultats suivants:

- blanchiment: débit jusqu'à 200 kg/h avec un rendement d'usinage de 90%;
- décortication: débit jusqu'à 130 kg/h avec un rendement d'usinage de 75%.

Un essai de décortication – blanchiment en deux passages a été réalisé pour différentes variétés. Il n'a pas été noté de différence significative entre les variétés sur la résistance au décortication. Des essais de démonstration ont été effectués dans deux villages de la Préfecture de Labé. Le décortiqueur GMBF02 a été placé au stade pilote dans un atelier de transformation de la Commune urbaine de Labé.

### **Nettoyage mécanique du fonio**

Les essais au stade pilote du nettoyeur Tarare Alvan Blanch ont eu lieu dans le village de Hindé, Sous-préfecture de Hafia, Préfecture de Labé. Cet exercice a permis de suivre le Tarare dans son environnement de travail en vue d'évaluer les contraintes liées à son utilisation.

Les résultats d'essais au stade pilote avoisinent ceux des essais en atelier. Le débit varie de 310 à 980 kg/h. La quantité des impuretés dans les grains nettoyés varie de 0,32 à 0,42%. La quantité totale de produit (fonio battu non vanné) traité est de 2 907 kg.

Pendant les travaux, il a été constaté l'élimination totale des graines des mauvaises herbes; ce qui est important dans le nettoyage des semences de fonio. Le désherbage manuel est pénible et fastidieux lorsque ces graines sont reconduites dans le champ.

Ce type d'équipement peut être recommandé dans les zones agricoles dont l'accès est difficile pour la batteuse. Il est utilisable aussi dans les ateliers de décortication pour éliminer les impuretés des grains avant et après le décortication des céréales (fonio, riz, maïs).

**Conclusion**

Le projet « Amélioration des technologies post-récolte du fonio » a permis, au cours des quatre années d'exécution, de mieux connaître le fonio *Digitaria exilis* dans ses caractéristiques variétales, technologiques, organoleptiques et culinaires. Il a en outre permis de mettre au point des équipements pour mécaniser les opérations de battage, de nettoyage et de décorticage. Des informations importantes ont été enregistrées sur le niveau de consommation au sein des ménages et hors ménages et sur le système de commercialisation du produit, dans la sous-région.

Des efforts restent à fournir pour mettre à la disposition des utilisateurs, les technologies mises au point. C'est dans ce cadre que le projet a été conçu. Cependant, les deux années de diffusion des résultats initialement prévue par ce projet ont été absorbées par les activités de recherche eu égard à la complexité des problèmes techniques rencontrés. D'où la nécessité de valider les nouveaux équipements dans les principales zones de production et de transférer l'ensemble des technologies générées aux acteurs de la filière (producteurs, transformateurs, équipementiers, restaurateurs, etc.).

**Références**

- Diallo TA. 1998 à 1993. Rapports de campagne des essais fonio. Projet CFC, Bamako, Mali.  
Diallo TA et Diallo TH. 2001. Atelier sur la contribution du fonio (*Digitaria exilis*) à la sécurité alimentaire et la création des revenus pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre Bamako.

## Fonio: A treasure for West Africa

R.S. Vodouhe<sup>1</sup>, G.E. Achigan Dako<sup>1</sup>, A. Dansi<sup>2</sup>, H. Adoukonou-Sagbadja<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Bioversity International*<sup>17</sup>, Cotonou, Benin

<sup>2</sup> *Crop, Aromatic and Medicinal plant Biodiversity Research and Development Institute (IRDCAM)*

### Abstract

Fonio is a staple food in dry areas of many West African countries (Guinea, Gambia, Mali, Burkina Faso, Benin, Senegal, Togo). Fonio is crucial to food security particularly in hungry seasons and critical periods when food reserves in the household are low. The seed is rich in two vital amino acids for humans: methionine and cystine. Fonio is also regarded as a grain with medicinal and healing properties; it is recommended for lactating women and diabetic people and is often used in diets of sick people. Fonio is a small scale farmers' crop and provides important income to the household; the price of a kilogramme of cleaned fonio is about 1.5 to 2 times that of rice. This crop requires very little input in its cultivation (no fertilizer, no pesticide) and is highly adapted to drought and low-fertility soils. Research and extension services have neglected the crop for long. Factors that contribute to its low yield and that need to be the foci of research are: i) its tiny grain: 1000 grains weigh about 0.44g; ii) its shattering characteristic: fonio easily shatters at maturity and grain losses of 10 to 30% occur if the harvest is delayed; iii) the inappropriateness of harvesting technique (local tools and traditional harvesting methods lead to significant loss between the cutting and threshing areas), and iv) the strenuousness of traditional threshing and husking methods used that results in poor quality of the final product. More people are now interested in fonio for its qualities. To satisfy an ever increasing demand, farmers and processing units expressed concerns about existing cropping and processing systems. Research efforts in recent years are yielding promising results and should be encouraged and supported at national and international levels.

### Origin and distribution

West Africa is home to three unique millets: *Digitaria exilis* (white fonio), *Digitaria iburua* (black fonio) and *Bracharia deflexa* (guinea millet/fonio). Fonio is the oldest cereal of West Africa and is widely grown from Senegal to Lake Chad, on the Fouta Djallon in Guinea, the Bauchi-Plateau in Nigeria and in north-west Benin and scattered elsewhere.

Fonio is only known from cultivation and its exact origin is unknown, but it is of ancient cultivation in West Africa. It may have been derived from *Digitaria longiflora* (Retz.) Pers. in the inland delta region of the Niger. Historical records of the use of fonio as a cereal go back to the 14th century. Currently, the cultivation of fonio is scattered from Cape Verde and Senegal to Lake Chad, especially on the Fouta Djallon Plateau in Guinea, the Bauchi Plateau in Nigeria and in north-west Benin (Figure 1). It is also grown in the Dominican Republic.

### Botany and ecology

Fonio is an ascending, free-tillering annual grass up to 80 cm tall, with delicate kneed stems. Its leaves are alternate and simple. The inflorescence is a terminal digitate panicle of 2–5 slender, raceme-like primary branches up to 15 cm long. The fruit is a caryopsis (grain), oblong to globose-ellipsoid, 0.5 mm long, white to pale brown or purplish. *Digitaria* is a taxonomically difficult genus comprising about 230 species in tropical, subtropical and warm-temperate regions, particularly in the Old World. *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler is sometimes eaten as a supplementary food (Chad) or as a famine food. *Digitaria debilis* (Desf.) Willd., *Digitaria frutescens* (Presl) Henrard, *Digitaria leptorhachis* (Pilg.) Stapf, *Digitaria longiflora* (Retz.) Pers., *Digitaria nuda* Schumach. and *Digitaria ternata* (A.Rich) Stapf are also known to be eaten as famine foods in tropical Africa, but are considered more important as forage or auxiliary plant. In India, (Assam) and Vietnam *Digitaria cruciata* (Nees ex Steud.) A.Camus ('raishan') is grown for food and fodder, whereas *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. ('crabgrass') is grown as a cereal in Europe, Asia and America.

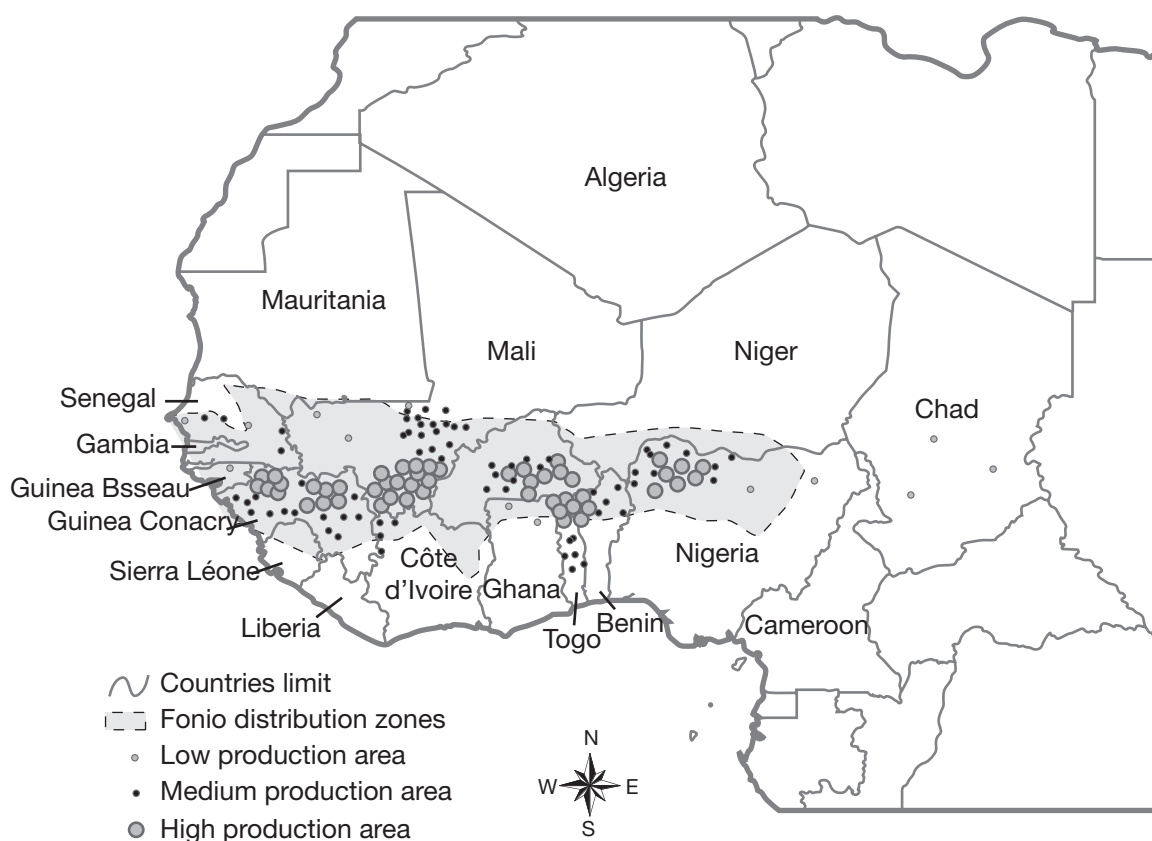


Figure 1: Fonio production areas in West Africa

The diversity within *Digitaria exilis* is large, with a large number of locally cultivated landraces, differing in plant habit, plant colour, glume colour, grain size and length of the crop cycle. Based on morphology, five varieties have been distinguished: (1) var. *gracilis* Portères: leaf margin curled, inflorescence with two primary branches, each with 50–100 spikelets per 10 cm, (2) var. *stricta* Portères: leaf margin slightly curled, inflorescence with two primary branches, each with 50–100 spikelets per 10 cm, (3) var. *rustica* Portères: robust plants, inflorescence with (2–)3–4(–5) primary branches, each with 90–120 spikelets per 10 cm, (4) var. *mixta* Portères: robust plants, vegetative parts reddish pigmented, inflorescence with (2–)3–4(–5) primary branches, each with 90–120 spikelets per 10 cm, (5) var. *densa* Portères: tall, strong plants, with a long vegetative cycle, inflorescence with 3–4 primary branches, each with 120–140 spikelets per 10 cm.

Fonio requires little input in its cultivation (no fertilizer, no pesticide) and is highly adapted to drought and low-fertility soils. Fonio is grown at sea level in Gambia, Guinea-Bissau and Sierra Leone, but more often it is cultivated at 600–1500 m altitude. The average temperature in the growing season ranges from 20°C at higher altitudes to 25–30°C near sea level. Fonio is grown in areas with an average annual rainfall of 150–3000 mm, but its cultivation is concentrated in regions with an average annual rainfall of 900–1000 mm. It is not as drought resistant as pearl millet, but fast-maturing landraces are suited to areas with short and unreliable rains. In areas with very low rainfall it is grown in valleys benefiting from run-off water. Fonio can be grown on poor, shallow, sandy or rocky soils unsuitable for other cereals, but does not prosper in saline or heavy soils. On the Fouta Djallon Plateau of Guinea, it grows on acidic soils with high aluminium contents.

### ***Fonio: a multipurpose crop for West African people***

Fonio is a staple food in dry areas of many West African countries (Benin, Burkina Faso, Gambia, Guinea, Mali, Senegal, Togo). It is crucial to food security particularly in hungry seasons and critical periods when food reserves in the household are low. Fonio is a staple food in various parts of West Africa, where it is also known as 'acha' or 'fundì', but it is also a prestige food ('chief's food') and a gourmet item. In the Hausa regions of Benin, Ghana, Nigeria and Togo, special couscous types ('wusu-wusu') are prepared from fonio. In southern Togo, the Akposso and Akebou people prepare fonio with beans in a dish for special occasions. In Nigeria, fonio flour is made into thick, unfermented porridge ('tuwo acha'), and fermented grains are used for thin porridge ('kunu acha'). Boiled whole grains are eaten with vegetables, fish or meat. In northern Togo, the Lamba people brew beer ('tchapalo') from fonio. It is also popped and can be mixed with other flours to make bread.

In the Dominican Republic fonio flour is made into porridges and creams, mixed with other cereal flours to make cookies, and it is used in preparing candy and fermented beverages; the seed is rich in two vital amino acids for humans: methionine and cystine. The richness in these amino acids makes it an excellent complement to legumes. Fonio is also regarded as a grain with medicinal and healing properties; it is recommended for lactating women and diabetic people and is often used in diets of sick people. The composition of whole fonio grain per 100 g edible portion is: water 11.2 g, energy 1390 kJ (332 kcal), protein 7.1 g, fat 3.0 g, carbohydrate 74.4 g, fibre 7.4 g, Ca 41 mg, P 191 mg, Fe 8.5 mg, thiamin 0.24 mg, riboflavin 0.10 mg and niacin 1.9 mg (Leung, W.-T.W., Busson, F. & Jardin, C., 1968). Essential amino acids content per 100 g of grain is: tryptophan 111 mg, lysine 205 mg, methionine 441 mg, phenylalanine 402 mg, threonine 315 mg, valine 457 mg, leucine 772 mg and isoleucine 315 mg (FAO, 1970). The amino acid composition of fonio is comparable with that of other cereals, but it has relatively high methionine content. The palatability of fonio grain is considered high.

Fonio grain is a valuable, easily digested feed for farm animals. The straw and chaff are excellent fodder and are often sold in markets for this purpose. Chopped fonio straw is mixed with clay to build walls of houses. The straw is also used as fuel for cooking or to produce ash for potash. Fonio grain is considered to have medicinal properties; it is recommended for lactating women and diabetic people.

Fonio is a small scale farmers' crop and provides important income to the household; the price of a kilogramme of cleaned fonio is about 1.5 to 2 times that of rice.

Aside from everyday meals, fonio is also associated with various religious festivities inherited from African ancestors. It is considered a sacred crop in some areas and plays a central role in social events and celebrations. It is also used for the reception of important and prestigious personalities and is an important part of dowry in many Sahelian communities.

### ***Important crop, but neglected***

For a long time, research activities in the region have been oriented towards major cereals such as maize, rice and sorghum. The interest in fonio is relatively recent. The crop has been neglected by research and extension services. Factors that contribute to its low yield and that need to be the focus of research are:

- its tiny grain: 1000 grains weigh about 0.44 g;
- its shattering characteristic: fonio easily shatters at maturity and grain losses of 10 to 30% occur if the harvest is delayed;
- inappropriate harvesting technique: local tools and traditional harvesting methods lead to significant loss between the cutting and threshing areas.

The strenuousness of traditional threshing and husking methods used that result in poor quality of the final product, is an additional reason for the neglect of the crop.

### ***Actions and research approaches***

Research efforts at national and regional levels focus on:



- genetic diversity and production: germplasm of fonio is collected, characterized and conserved; promising cultivars are selected and released to farmers.
- improvement of threshing and husking methods: A new husking machine has been developed (Sanoussi's husker). New threshing and husking practices are being tested.
- improvement of the product quality: techniques and methods to produce sandless fonio (premium fonio) are being developed.

National/international research institutes and development organizations in the sub region are now devoting more attention to the crop. The following results have been achieved:

- Through participatory approach, major limiting factors to the promotion of the crop was identified by farmers, processing units and research institutes.
- Five cultivars of early to medium growing cycle and with good yielding potential have been released to farmers.
- A husking machine has been locally developed and adopted
- Other tools that have been introduced are being tested
- Post harvest technologies to reduce grain losses are being experimented.

### **Conclusion**

More people are now interested in fonio for its qualities. To satisfy an ever increasing demand, farmers and processing units expressed concerns about existing cropping and processing systems. Research efforts in recent years are yielding promising results and should be encouraged and supported at national and international levels.

### **References**

- Leung W-TW, Busson F, Jardin C. 1968. Food composition table for use in Africa. FAO, Rome, Italy. 306 pp.
- FAO. 1970. Amino-acid content of foods and biological data on proteins. FAO Nutrition Studies No. 24, Rome, Italy. 285 pp.

## Les ressources phytogénétiques: Exploitation et conservation au Niger

B. Danjimo

Institut National des Recherches Agricoles du Niger (INRAN)

### Résumé

Les ressources génétiques constituent l'élément clé de la lutte pour l'autosuffisance alimentaire que mènent les populations du Niger dans un contexte climatique peu favorable. Les sécheresses récurrentes et leurs conséquences ont conduit les autorités à s'appuyer sur les principales cultures (mil, sorgho, riz et niébé) pour sa réalisation. Il s'en est suivi que les efforts de collecte et conservation des ressources phytogénétiques s'y sont plus intéressés. Plusieurs collections *ex situ* de ces cultures sont en conservation au Niger ou à l'extérieur contribuant à mieux préserver et exploiter leur germplasma. Pour les cultures secondaires, les populations assurent la conservation *in situ* d'une importante partie du fait notamment du rôle stratégique, économique et culturel qu'elles ont. A l'évidence, elles occupent une place irremplaçable dans l'alimentation et procurent des revenus. Des espèces alimentaires spontanées sont également préservées soit dans les champs, soit dans les aires protégées. Pour les arbres, à l'intérêt des espèces s'ajoute les efforts de protection légale, quant aux herbacées et suffrutex, ce sont surtout les intérêts qu'en tirent les populations qui ont favorisé leur conservations. Elles sont soit épargnées dans les champs et les produits récoltés à la période indiquée, soit elles font l'objet d'une exploitation agricole renforçant davantage la diversité agricole tout en générant des revenus.

Il ressort également que les efforts de conservation *in situ* par les populations rurales sont disparates particulièrement pour les espèces spontanées alimentaires ou médicinales. Ces efforts nobles méritent d'être soutenus pour qu'ils soient durables car ces populations n'ont généralement pas la technicité adéquate et surtout manquent des moyens pour faire face à l'exigence du type de conservation qu'ils effectuent.

### Introduction

La diversité biologique végétale constitue le socle des activités socio-économiques des populations au Niger. Le Niger ne présente pas une grande diversité spécifique végétale. Toutefois, ce territoire vaste de 1 267 000 km<sup>2</sup> abrite une gamme variée d'écosystèmes ou de biotopes: allant du désert au secteur phytogéographique nord soudanien (Saadou 1998). Cette gamme variée des écosystèmes combinée à la diversité socioculturelle constitue une source non négligeable diversité génétique tant au sein des espèces locales cultivées qu'au sein des espèces spontanées. Cette diversité est constituée d'au moins 1471 espèces végétales angiospermes (Saadou 1998) dont 110 alimentaires (Saadou et Mounkaïla 1997), 180 médicinales et 189 fourragères, et d'une cinquantaine dont 30 locales cultivées. Toutes ces espèces sont assez diversifiées car, en plus des conditions écologiques variables, le Niger se situe dans le centre de diversification de plusieurs espèces. Par exemple il existe 7 espèces du genre *Pennisetum*, 5 du genre *Vigna* et 3 du genre *Sorghum* (Saadou, 1998). En outre, au sein de chaque espèce existent plusieurs cultivars. Ces 3 genres abritent les principales cultures pratiquées au Niger.

Cette diversité biologique est cependant confrontée à des contraintes non seulement d'ordre climatique comme la baisse de la pluviosité, l'augmentation des températures moyennes annuelles de l'évapotranspiration potentielle, les vents secs (Danjimo 2001) mais aussi de nature anthropique telles les défrichements, l'exploitation de bois, le surpâturage. Il s'ensuit que plusieurs espèces ont disparues ou sont très menacées.

Cependant les efforts de conservation demeurent encore faibles même si les aires protégées couvrent près de 12% du territoire national. Toutes ces aires, excepté l'Air Ténéré et le Parc du W, sont fortement dégradées. Concernant les espèces cultivées, ce sont les principales cultures à savoir (le mil, le sorgho, le niébé et le riz) identifiées comme indispensables à la sécurité

alimentaire des pays en développement, comme le Niger, qui ont fait l'objet de collecte de germoplasme et il en existe d'importantes collections particulièrement dans les CIRA. Pour les autres cultures, il n'existe pratiquement pas de collection malgré l'intéressante diversité de certaines et les menaces d'érosion génétique. Fort heureusement, on note des efforts de conservation par les populations. Ces efforts de conservation endogènes constituent certes des cas isolés mais sont très importants notamment du point de vue de la préservation des ressources génétiques et de la diversité culturelle.

Ce travail vise à décrire l'état de la conservation des ressources génétiques végétales du Niger, les utilisations des espèces végétales en rapport avec la variabilité et la diversité culturelle, l'importance de ces ressources dans le bien-être des populations surtout rurales. Il est basé sur des données collectées dans différentes parties du territoire national et des synthèses bibliographiques.

### **Ressources phylogénétiques alimentaires**

Elles comprennent les espèces cultivées et les espèces spontanées. Au Niger, la lutte pour la sécurité alimentaire a été basée sur quatre cultures à savoir le mil, riz, le niébé et le sorgho. Pourtant, les autres cultures et les espèces spontanées sont aussi importantes pour le bien-être des populations particulièrement celles des campagnes, les femmes et les enfants. Ces cultures secondaires ont des valeurs alimentaires plus élevées et génèrent des revenus aux populations. Avant toute analyse, il convient de rappeler que le Niger est un pays aride dont le climat est de type saharien au Nord avec 65% du territoire, sahélien au Centre et au Sud du pays sur 34% du territoire et soudanien à l'extrême Sud sur moins de 1% du territoire.

Les conditions de conservation sont particulièrement rudes: températures élevées (30-35°C), hygrométrie faible en saison sèche (moins de 20%), ETP annuelle de plus de 1500 mm contre moins de 100 à 750 mm de pluie par an.

D'importants matériels génétiques ont été perdus du fait notamment de l'importance de cette siccité du climat. Les périodes de sécheresse des années 1972-1974, 1984, 1993, 1996-1997, ont eu des effets néfastes sur la conservation des ressources génétiques. A maintes reprises des populations ont été contraintes à abandonner leurs villages pour vivre ailleurs où le climat est plus généreux. Malheureusement, il est difficile de dire quelle quantité de germoplasme a été perdue. Mais il n'en demeure pas moins que la situation (climatique et socio-économique) n'est pas générale et d'importantes diversités sont utilisées ou conservées encore sur le territoire nigérien.

### **Les espèces cultivées**

Au Niger, la lutte pour la sécurité alimentaire, devenue une préoccupation après les sécheresses des années 1972-1975, reposait sur les cultures comme le mil et le sorgho. Quand leur production est bonne, c'est l'autosuffisance et quand elle est mauvaise, quelle qu'en soit la cause, il faut recourir à l'aide internationale pour combler le déficit. Pourtant les populations cultivent, avec une augmentation des superficies cultivées de plus de 50% entre 1960 et 2000, une grande diversité de cultures. De nos jours, il y a environ 50 espèces cultivées au Niger (Saadou 1998) dont au moins 25 sont locales (Tableau 1) ou exotiques cultivées depuis plus d'un demi siècle.

Il faut noter que pratiquement toutes les cultures maraîchères dont les variétés ont été introduites ne figurent pas dans ce tableau. En outre la liste n'est pas exhaustive.

Pour l'essentiel ces cultures se classent en deux catégories:

- Les cultures principales, généralement vivrières, sont cultivées sur de grandes superficies et par la grande majorité des paysans. Elles sont dominées par le mil et le sorgho qui ont une grande variabilité avec au moins cinq variétés connues pour chacune et trois à six autres espèces du même genre. Le riz présente également une grande variabilité surtout grâce aux efforts de l'IRRI et l'ADRAO [Définir]. Sur le territoire nigérien il existe au moins deux espèces spontanées du genre *Oryza* (*O. barthii*, *O. brachyantha*). Il en est de même pour le niébé.

- Les cultures secondaires sont pratiquées à moindre échelle, certaines paraissent comme des facultatives car leur semis intervient toujours après celui des cultures principales sur des superficies restreintes, parfois autour des cases (culture de case). Généralement on sème seulement quelques pieds de *Lagenaria siceraria* près de la case, du hangar ou autre support que les plants recouvrent. Cette catégorie de cultures est généralement pratiquée par les femmes.



Figure 1: *Citrullus vulgaris* épargné sur la limited'une parcelle d'oignon

Elles sont nombreuses (plus de 20 espèces) (Tableau 1) et jouent un rôle très important dans la vie des populations. Au cours des périodes de soudure, c'est-à-dire vers la fin de la saison des pluies ou les cultures principales n'ont pas mûri et que les stocks alimentaires de l'année précédente sont épuisés, ce sont ces cultures qui servent de relais. Plusieurs d'entre elles sont consommées en vert, avant la maturité complète: le calebassier, le maïs, le pois de terre, le gombo chanvre, etc. Elles sont généralement utilisées en association avec les céréales dont elles améliorent considérablement la valeur nutritive.

Ces espèces présentent une importante variabilité. Par exemple, les calebassiers comprennent plusieurs formes dont les grandes calebasses (fruit rond avec un diamètre de 5-10 à 100 cm ou plus) et les peyites calebasses (manche plus ou moins long, droit ou recourbé, fruit fusiforme, etc.). Chacune de ces formes peut présenter des cultivars amères donc impropre à la consommation et des cultivars non amères, c'est-à-dire comestibles en vert.

### Conservation des espèces cultivées

Plusieurs espèces cultivées ont fait l'objet de collecte à divers degrés et les accessions mises en conservation. Le tableau 3 présente une liste d'espèces dont il existe au moins une collection au niveau du SNRA ou au niveau des instituts internationaux de recherche agronomique. Généralement toutes ces collections, très importantes du fait qu'elles comblent un vide, sont tronquées car les échantillonnages ont été trop faibles et les échantillons non représentatifs. Les missions suivent uniquement les axes routiers pendant que la diversité peut s'en trouver éloigner. En outre, moins du tiers de la partie cultivée du territoire a été parcourue.

Par ailleurs, il ressort du tableau 3 que beaucoup des cultures secondaires sont peu touchées par les collectes. Heureusement, les populations conservent à leur niveau les ressources génétiques des espèces cultivées. Ces cultures constituent la seule arme contre les situations précarités. Elles procurent des revenus et comblent des besoins qu'aucune autre source ne satisfait encore:

- Une amélioration de la qualité de l'alimentation avec un faible investissement: En fait, certaines des cultures secondaires (*Lagenaria siceraria*) ne bénéficient pratiquement pas

Tableau 1: Espèces cultivées, caractéristiques et bref aperçu sur leur variabilité

Nom courant	Nom scientifique	Types	Parties utilisées	Diversité
Mil	<i>Pennisetum glaucum</i>	vp	graines	Va, Di
Sorgho	<i>Sorghum bicolor</i>	vp	graines	Va, Di
Maïs	<i>Zea mays</i>	vs	graines	Va
Riz	<i>Oryza sativa, O. glaberrima</i>	vp	graines	Va, Di
Blé	<i>Triticum durum</i>	vs	graines	?
Fonio	<i>Digitaria exilis</i>	vs	graines	Va
Canne à sucre	<i>Saccharum officinarum</i>	r	tige sucrée	Va
Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	vpr	graines	Va, Di
Arachide	<i>Arachis hypogaea</i>	s r	graines	Va
Pois de terre	<i>Vigna subterranea</i>	vs	graines	Va, Di
Dolique	<i>Dolichos lablab</i>	vs	graines	Va
Sésame	<i>Sesamum indicum</i>	vs	graines	Va, Di
Soja	<i>Glycine max</i>	rs	graines	*?
Coton	<i>Gossypium barbadense</i>	rs	fibres, graines	Va, Di
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	rs	baies	Va, Di **
Pomme de terre	<i>Solanum tuberosum</i>	vrs	tubercule	**
Manioc	<i>Manihot esculenta</i>	vrs	racine tubérisée	Va
Patate douce	<i>Ipomoea batatas</i>	vrs	racine tubérisée	Va
Gombo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	vs	capsule	Va, Di
Oseille	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	vs	graines, feuilles, tépales	Va, Di
Gombo chanvre (jute)	<i>Hibiscus cannabinus</i>	vso	graines, feuilles et écorce	Va
Oignon	<i>Allium cepa</i>	rs	bulbes, feuilles	Va
Ail	<i>Allium sativum</i>	rs	bulbes	Va
Piment	<i>Capsicum frutescens</i>	rs	fruit mûr	Va
Poivron	<i>Capsicum annum</i>	rs	fruit mûr	Va
Souchet	<i>Cyperus esculentus</i>	rs	tubercule	Va
Melon	<i>Cucumis melo</i>	rs	fruit mûr	Va
Calebassier	<i>Lagenaria siceraria</i>	vs	fruits mûrs ou non	Va (d)
Pastèque	<i>Citrullus vulgaris</i>	vs	fruit mûr ou non	Va
Citrouille	<i>Cucurbita pepo</i>	rs	fruit mûr	Va

NB: p = culture principale, v = culture vivrière, r = culture de rente, s = culture secondaire, o = culture donnant des produits d'oeuvre, Va = très variable; Va(d) = plus de 5 variétés connues; Di = plusieurs espèces du même genre; \*, \*\* = introduction

de travaux d'entretien ou sont peu exigeantes. Les différents travaux sont effectués soit aux heures de repos soit après que le paysan se soit dégagé des activités prioritaires (entretien des champs de cultures d'hivernage). Elles ne demandent pas non plus d'intrants particuliers ou on ne leur en apporte pas. Or ces cultures apportent beaucoup d'éléments minéraux, de protéines et de matières grasses qu'on ne trouve que peu ou pas dans les céréales.

- Elles génèrent des ressources plus que les céréales qui pourtant consomment plus de temps, de travail ou nécessitent plus d'investissements (engrais, pesticides, main d'œuvre à différents stades phénologiques). Au cours de la saison des pluies, il est fréquent



Tableau 2: Les cultures secondaires, utilisation et destination des produits

Spéculation	Parties utilisées	Produit	Destination
Canne à sucre	Tige sucrée	Sucée	Vente
Fonio	Graines	Bouillies, pâte	Autoconsommation, vente restreinte
Arachide	Graines, fanes et coques	Grillées sucrées ou non extraction d'huile et tourteaux, fourrage, combustible	Vente
Pois de terre	Graines	Gousses immatures bouillies, graines sèches grillées ou bouillies	Vente et autoconsommation
Dolique	Graines, fanes	Bouillies ou ingrédients de divers mets, fourrage	Autoconsommation, vente
Sésame	Graines	Consommées crues, pain sucré ingrédient pour d'autres mets, extraction d'huile	Vente, autoconsommation
Sorgho sucrée	Tige sucrée	Sucée	Vente, autoconsommation
Coton	Coton brut	Fibres, graines	Vente
Tomate	Baies	Fruit frais, fruit séché en rondelles	Vente, autoconsommation
Manioc	Racine tubérisée	En vert, bouillie, légume	Vente, autoconsommation
Patate douce	Racine tubérisée	En vert, bouillie, légume	Vente, autoconsommation
Gombo	Capsule (fruit immature sec ou frais)	Sauce gluante	Vente, autoconsommation
Oseille	Graines, feuilles, tépales	Soumbala, épinard ou sauce, épinard ou bissap (selon le type)	Vente, autoconsommation
Oseille2 (jute)	Graines, feuilles, écorce	Soumbala, épinard cordage et ficelle	Autoconsommation vente
Oignon	Bulbes, feuilles	Légume	Vente, autoconsommation
Ail	Bulbes	Légume	Vente, autoconsommation
Piment	Fruit mûr	Ingrédient dans divers mets	Vente et autoconsommation
Poivron	Fruit mûr	Ingrédient dans divers mets	Vente et auto consommation
Souchet	Tubercule	Crue, pain	Vente
Melon	Fruit mûr	En vert	Vente
Calebassier	Fruits mûrs ou non	Fruit immature bouilli ou dans divers mets	Auto consommation et vente
Pastèque	Fruit mûr ou non	En vert, fruit sec ou frais, bouilli	Vente et autoconsommation

d'observer des prix de 1000 à 1500 FCFA la "tia" (équivalent d'un volume d'environ 2,5 à 3 dm<sup>3</sup>) tandis que la même mesure de mil ou de sorgho coûte moins de 500 FCFA. Cela est valable pour le sésame, le souchet, l'ail, etc.

Tableau 3: Situation des collectes effectuées au Niger

Espèces	Nom scientifique	Nombre d'accessions	Institutions
Mil	<i>Pennisetum</i> spp. (2)	1946	INRAN, ICRISAT
Sorgho	<i>Sorghum bicolor</i>	486	INRAN, ICRISAT
Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	428	INRAN, IITA
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	11	INRAN
Pois d'angole	<i>Cajanus cajan</i>	130	INRAN, ICRISAT
Blé	<i>Triticum</i> spp.	114	INRAN
Sésame	<i>Sesamum indicum</i>	409	INRAN, UAM
jutes	<i>Corchorus</i> spp.	6	INRAN
Manioc	<i>Manihot esculenta</i>	6	INRAN, IITA
Patate douce	<i>Ipomoea batatas</i>	15	INRAN
Maïs	<i>Zea mays</i>	18	INRAN
Gombo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	254	INRAN
Pois de terre	<i>Vigna subterranea</i>	104	INRAN
Fonio	<i>Digitaria exilis</i>	19	INRAN
Riz	<i>Oryza sativa</i>	193	INRAN
Calebasse	<i>Lagenaria siceraria</i>		INRAN
Cucurbitaceae		16	INRAN
Oignon	<i>Allium cepa</i>	11	INRAN
Oseille	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	151	INRAN
Arachide	<i>Arachis hypogaea</i>	239	INRAN
Espèces forestières	(6)	137	INRAN
Espèces fourragères	(2)	16	INRAN/Bioversity
Divers	(3)	11	INRAN
Total	31	4270	

Ainsi au Niger, il y a deux types de conservation:

- La conservation *ex situ* des collections, principalement par des structures de recherche. Actuellement environ 5000 accessions sont en conservation sous forme de duplicata à la banque de gènes de l'ICRISAT-Niamey. Cette conservation ne se fait pas efficacement car plusieurs accessions, voire des collections de certaines espèces comme l'oignon, le manioc, la patate douce sont perdues par manque de dispositions adéquates. En effet, généralement le matériel de suivi (scelleur, testeur d'humidité, hygromètre, thermomètre, balance) manque et la fourniture de l'énergie électrique est irrégulière.
- La conservation *in situ* des ressources génétiques par les populations rurales: Comme expliqué ci-dessus, plusieurs raisons (dont certaines nous échappent vraisemblablement) font que les paysans conservent leurs cultivars traditionnels. Par exemple, les *Lagenaria* spp. qui sont utilisés pour les ustensiles et récipients divers, et *Hibiscus cannabinus* pour la production d'écorce servant de ficelle, sont conservés par les paysans et sont visibles dans presque tous les villages avec encore une importante variabilité.

Le paysan continue d'utiliser sa diversité de cultivars qui produit même dans des conditions précaires. En effet, la pluviosité étant irrégulière, surtout dans les zones Nord du territoire nigérien, avec généralement des poches de sécheresse, la production des variétés améliorées se démarque peu ou pas de celle des cultivars locaux. Ces derniers produisent quelque soit la situation pluviométrique. En cas de bonne pluviosité, ils produisent nettement mieux que les améliorés du fait de leur rusticité et du peu d'entretien nécessaire. En outre, du fait de la faible disponibilité

de la main d'œuvre temporaire, les producteurs nigériens utilisent des cultivars dont les périodes d'entretien sont plus ou moins échelonnées. Il s'en suit que les périodes de récoltes soient échelonnées. Dans ce cas les variétés améliorées conviennent moins car elles exigent souvent des travaux d'entretiens rapprochés ou des récoltes groupées qui nécessitent la main d'oeuvre dont ne dispose pas le paysan. C'est pourquoi, généralement seule la durée de la saison des pluies peut empêcher l'utilisation de certains cultivars: le *Somno*, cultivars tardif mais très productif, de mil est quasi abandonné dans les zones Nord, à pluviosité de plus en plus faible. Ceci est valable pour le sorgho et le niébé. Toutefois, lorsque la divagation des animaux est moindre, des variétés photosensibles ou de cycle long sont utilisées mais ont une production souvent trop faible. Il est fréquent d'observer dans les champs, des plants de sorgho ou de niébé tardifs qui seront récoltés en dernière position, après que les travaux urgents aient été effectués.

La conservation de semence par le paysan se fait en de faibles quantités. Les cultures secondaires sont produites sur de faibles superficies, dans la maison ou autour des cases. Les moyens de conservation sont tout à fait simples et constitués par les ustensiles de la maison: unealebasse trouée et évidée de son mésocarpe, et parfois même de simples chiffons car plusieurs pensent qu'il n'est pas bon de conserver dans le plastique.

La conservation porte surtout sur les semences orthodoxes dont la viabilité dure au moins un an. Mais c'est surtout lors de la production que sont développées des stratégies.

### Les espèces alimentaires spontanées

Cette catégorie de ressources génétiques existent et occupent également une place très importante. Saadou et Mounkaila (1997) ont dressé une liste d'au moins 110 espèces (herbacées ou ligneuses) utilisées comme alimentaires. Ces espèces procurent des revenus surtout aux femmes et aux enfants. Par exemple, les feuilles de *Adansonia digitata* (baobab) et celles de *Ceratotheca sesamoides* sont utilisées comme condiment dans les sauces par toutes les populations du pays. Les feuilles de plusieurs autres espèces sont consommées, généralement, en épinard ou en couscous: *Gynandropsis gynandra*, *Senna tora*, *Amaranthus* spp., etc. D'autres fournissent des fruits dont la consommation est limitée dans le temps.

De façon générale, les produits fournis par ces espèces sont destinés à la vente et génèrent des revenus que ne procurent pas les produits agricoles. En outre, ces espèces ont généralement d'autres utilisations: médicaments, bois d'œuvre, fourrage.

### Conservation des espèces alimentaires spontanées

Les actions en ce domaine sont assez timides. En effet, la conservation *ex situ* par les institutions de recherche est quasi inexistante ou insignifiante. A l'INRAN, il y a à peine une dizaine d'accessions de *Corchorus* spp. et récemment une vingtaine d'accessions de diverses espèces de Cucurbitaceae ont été collectionnées. Toutefois des collections assez restreintes sont disponibles au Centre des National Semences Forestières (CNSF) pour certains ligneux à usage alimentaire. Il y a notamment *Parkia biglobosa*, *Ziziphus* spp., *Vitellaria paradoxa*, *Acacia senegal*, *A. laeta*, essences forestières dont les semences sont collectées et conservées pour le court-terme en vue d'être utilisées dans les pépinières et servir dans diverses plantations (restauration des aires protégées et des terres dégradées). A travers ces actions du Ministère de l'environnement plusieurs espèces ligneuses (alimentaires ou non) sont conservées comme plantes ornementales (*Vitex doniana*, *V. simplicifolia*, *Parkia biglobosa*, etc.) ou génératrices de revenus comme *Acacia senegal* et *A. laeta* dont les plantations privés et publiques couvrent plusieurs hectares.

Pour ces espèces spontanées (alimentaires ou non), les actions de conservation les plus intéressantes sont celles du Ministère de l'Environnement. En effet, après les indépendances, les actions de protection des "forêts classées" et d'une quinzaine d'espèces ligneuses ont continué sur l'ensemble du territoire national. Ceci a permis de conserver une importante diversité au sein des essences forestières et de plusieurs espèces herbacées y existant. De nos jours, ce sont les aires protégées, comme le Parc du W ou l'Air-Ténéré, qui renferment une diversité importante. Plusieurs espèces n'existent plus hors de ces espaces. De même, l'interdiction et la sévère verbalisation des contrevenants, de la coupe de certaines espèces et la réglementation



Figure 2: Tapis herbacé dominé par *Ceratothera sesamoides* et *Pancrathium trianthum* dans la vallée du fleuve (Parc du W). (Les flèches indiquent *Ceratothera sesamoides*).

d'autres (*Andropogon gayanus*, *Cymbopogon* spp.) a favorisé la conservation *in situ* des espèces. Nous avons observé en 2002, dans la vallée du fleuve Niger sous influence du Parc du W, une importante communauté végétale à *Ceratothera sesamoides* et *Pancrathium trianthum* (Figure 2).

Pour la première espèce, il est très rare de trouver un peuplement aussi vaste et dense car l'espèce est recherchée par les populations et est également consommée par les animaux.

Les paysans, surtout les agriculteurs, constituent les principaux acteurs de la conservation *in situ*. La protection des quinze espèces ligneuses et la réglementation de l'exploitation des herbacées pérennes, comme *Andropogon gayanus* et *Cymbopogon giganteus*, sont efficaces surtout lorsque le cultivateur est impliqué.

Les espèces sont épargnées et implicitement protégées au stade plantule dans les champs en fonction de l'intérêt et de l'expérience du cultivateur à les épargner. Ce type d'épargne s'est accru avec la compréhension du rôle protecteur de l'arbre sur le sol. Concernant les espèces à usage multiple, les paysans ont pu épargner une grande diversité. En fait ces espèces sont généralement moins mutilées lorsqu'elles se trouvent dans un champ cultivé (Figures 3, 4, 5).

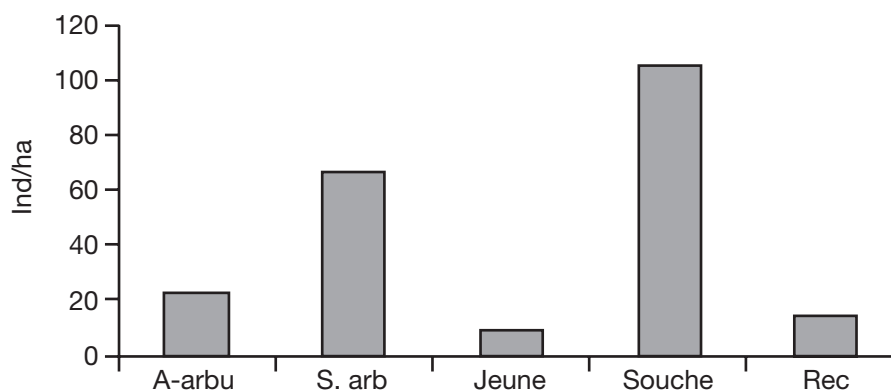


Figure 3: Structures moyennes de la végétation de Romaza

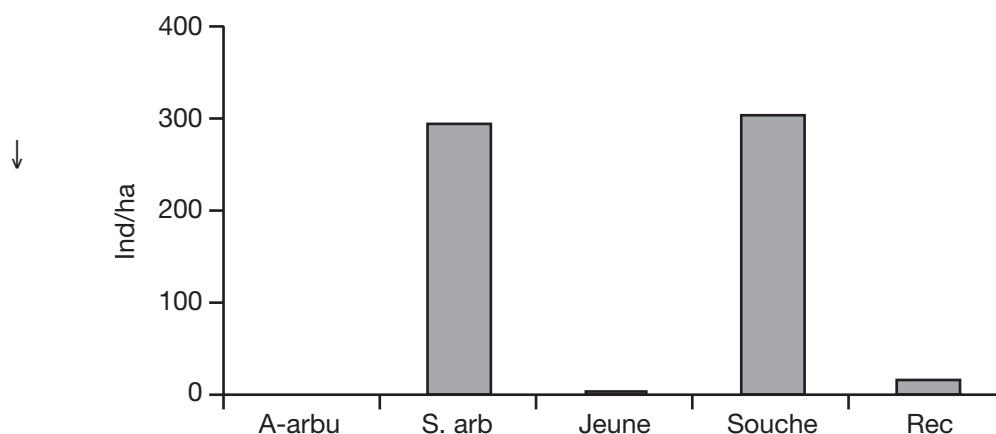


Figure 4: Structures moyennes des fourrés à *Combrezum* à Korgom

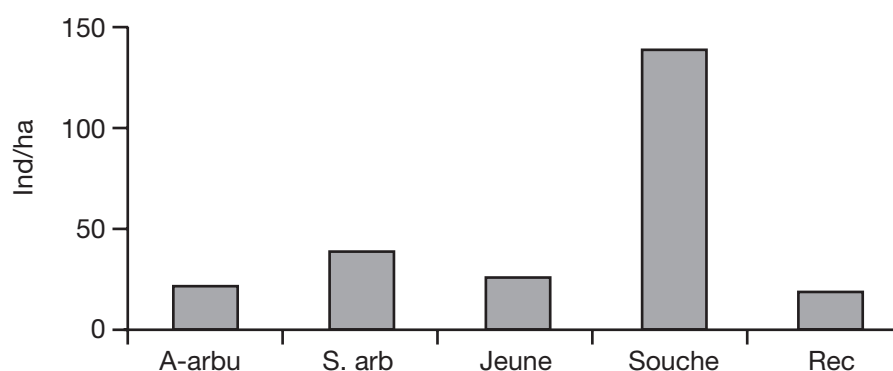


Figure 5: Structures moyennes du Parc Agroforestier à Korgom

Généralement, ils servent pour la production des semences qui permettent à l'espèce de se maintenir dans le milieu. Ces figures expriment l'importance des arbres et arbustes (A-arbu) dans les champs (Figures 3 et 5) par rapport aux zones non cultivées (Figure 4).

Une forte mutilation par prélèvement d'écorce, des racines ou des branches des plants situés hors des exploitations n'est pas évident ici.

*Adansonia digitata*, comme plusieurs autres espèces, est même plantée dans les maisons en plus du fait qu'elle soit tolérée dans les champs. Cette pratique est spontanée car des espèces dont les techniques de productions sont ignorées par les services techniques sont utilisées:

*Crataeva adansonii* (à Korghom), *Ficus platyphylla* (à Chabaré).

Des relevés phytosociologique dans les agrosystèmes de l'Arrondissement de Tessaoua ont permis de noter que *Ceratotheca sesamoides* et *Corchorus tridens* (alimentaire) sont épargnées dans les champs. Ces espèces fournissent des feuilles alimentaires et les plants restent en place pour produire les graines qui seront disséminées. Cette pratique qui s'apparente à la domestication est plus poussée pour *Senna tora* qui serait cultivée notamment aux environs de Niamey. Les feuilles de cette espèce sont vendues (et consommées) vertes ou séchées sur les marchés de Niamey et agglomérations voisines. De même *Gynandropsis gynandra* a fait l'objet de timides collectes et évaluations surtout dans le cadre de projets de sécurité alimentaire (Care International, Helen Keller International).

La conservation dans les champs est particulièrement efficace pour *Andropogon gayanus*, *Cymbopon giganteus* (et rarement *Panicum* spp.) dont les chaumes sont utilisés dans les constructions. Dans les zones sahéennes du pays, les souches épargnées dans les champs arrivent à fructifier tandis que celles des aires paturées ne montent même pas (selon nos relevés phytosociologiques). Ces espèces sont nettement plus abondantes que les autres herbacées pérennes dont les chaumes ne sont pas d'aussi bonne qualité. *Ctenium elegans*, espèce dont les



chaumes servent dans les constructions (toitures), est également épargnée dans les champs (zones phytogéographiques nord-soudanienne et sud sahélienne) mais les peuplements sont moins importants. C'est le même principe qui est utilisé: les plants ne sont pas surexploités dans les champs et trop souvent ils sont laissés jusqu'à fructification, les graines se disséminent ainsi dans le champ ou les environs.

Dans la conservation *in situ*, il convient de noter des cas rares et particuliers de paysans qui constituent des arboreta. Ils y plantent surtout les espèces locales. A Tessaoua, nous avons visité les champs de Mr Issa BI DAN où l'on trouve des espèces complètement disparues de la zone: *Polycarpaea linearifolia*, *kohautia senegalensis*, *Indigofera diphylla*, *Loudetia togoensis*, *Cucumis metuliferus*, *Evolvulus alsinoides*, etc. Certaines espèces comme, *Strychnos spinosa*, *Xeromphis nilotica* *Sanseveria liberica*, *Agave sisalana*, *Euphorbia poissonii*, *Ipomoea argentaurea* ont été réintroduites. Le parc agroforestier des champs s'individualise nettement dans la zone. On y trouve, en abondance, *Boscia salicifolia*, *Cadaba glandulosa*, *Terminalia avicennioides*. Nous avons recensé dans l'un des 2 champs, au moins 39 espèces particulières et normalement considérées comme mauvaises herbes.

Dans la zone de Falmey, Arrondissement de Birnin'Gaouré, nous avons visité un jardin où sont plantées plusieurs espèces, dont des exotiques comme *Cressentia cujete*, *Melia azedarach*, *Senna alata*.

Plusieurs tradipraticiens ont de petits lopins ou sont plantées des espèces médicinales. Comme exemples il y a la coopérative Bani Touri de Niamey avec ses plantations à Boubon et une tradipraticienne de Malgorou au Sud de Dosso qui a également constitué un jardin restreint de plantes médicinales.

## Conclusion

Au Niger, l'utilisation et la conservation des ressources génétiques relèvent de deux domaines:

- l'Etat et ses structures (recherche agronomique et services techniques) qui ont contribué à collecter ou à préserver des aires naturelles. Un important germoplasme est préservé. De nos jours un grand nombre des espèces locales qu'on pense disparues ou qui sont devenues très rares se trouvent dans les aires protégées comme le Parc du W, la forêt protégée de Baban Rafi, Gorou Bassounga, Aïr-Ténéré, etc.
- La conservation et l'exploitation par les paysans qui portent surtout sur les espèces orthodoxes excepté quelques espèces à racine ou à tubercule comme le manioc, la patate douce. Au niveau de ces espèces les pertes sont plus importantes. Pour les espèces à graines orthodoxes, la conservation se fait dans les conditions naturelles avec des containers très simples dont l'étanchéité est faible ou inexistante. C'est au niveau de la production que se trouve l'essentiel des stratégies.

Pour la même espèce et dans le même champ, certains produisent plusieurs variétés (deux, trois ou plus). Un des cas les plus fréquents est celui de l'oseille (*Hibiscus sabdariffa*) pour lequel dans le même champ, on peut noter la présence des variétés à calice blanc, rouge, violet. A la récolte, les semences de ces différentes variétés sont soit isolées et conservées à part soit mises en vrac dans le grenier. Il arrive que le producteur consomme ses semences.

Entre espèces, généralement, la production est organisée de sorte que les récoltes soient échelonnées pour faire face à la période de soudure. Il s'agit de la période correspondant à la fin de la saison des pluies, où les stocks de l'année précédente finissent alors que les cultures principales ne sont pas à maturité. Les espèces comme l'oseille, le gombo chanvre (*Hibiscus cannabinus*), le pois de terre (*Vigna subterranea*), le niébé (*Vigna unguiculata*), etc., rentrent dans cette catégorie. Une fois la culture principale mûre, la consommation en vert de ces cultures cessent. Mais parfois, c'est parce que les fruits deviennent trop dures (calebasse) et donc impropres à la cuisson.

Des espèces sont utilisées car leur culture est moins contraignante. En fait au Niger, la production de mil est la coutume première et tous les cultivateurs dépensent l'essentiel de leur temps de travail et leur main d'œuvre à cette culture. Les autres sont pratiquées, généralement,

en fonction du temps restant. C'est ainsi que certaines cultures sont semées vers la fin de la journée après le travail soit tôt le matin avant le départ pour le champ. Toutes les cultures de case se situent dans ce cas: Gombo chanvre, le maïs, le sésame dans certaines régions du pays, les calebassiers. Pour cette catégorie de cultures, les travaux sont effectués aux heures de repos puisque les superficies sont faibles.

Certaines espèces sont utilisées en association avec le mil, généralement les lignes de semis sont croisées avec celles du mil ou encore sont placées entre dans les lignes de mil. Il s'agit de stratégie pour gagner du temps et économiser la main d'œuvre. Les semis interviennent après celui du mil ou de l'autre culture principale. Les récoltes interviennent avant ou après celle de la culture principale, à une période creuse. La production d'autres cultures sur les bords des parcelles ou des champs fait partie de cette catégorie. C'est un phénomène fréquent sur les cultures irriguées.

Dans les zones où la divagation du cheptel est faible, les paysans cultivent certaines variétés tardives ou photosensibles qui mûrissent après la récolte des principales cultures. Généralement la production n'est pas fameuse mais a le mérite de donner les semences utiles à la propagation et à la conservation du taxon. La conservation des ressources génétiques, et leur exploitation, est partie intégrante des modes et stratégies de vie des populations. Les populations rurales conservent donc une importante diversité, pas nécessairement dans de bonnes conditions et de plus en plus l'on observe des initiatives de conservation d'autres espèces différentes des alimentaires. Il s'agit d'initiatives qu'il faille renforcer car la conservation des ressources génétiques demeure toujours aléatoire même si elle concerne une large gamme d'espèces. Toute catastrophe (sécheresse sévère, incendie, etc.) qui survient emporte nécessairement une partie. En outre l'exploitation est plus efficace car le matériel génétique est régulièrement manipulé dans son propre biotope.

### Références

- Danjimo B. 2001. Flore et végétation de l'Arrondissement de Tessaoua – Etats de ces éléments dans 4 communautés rurales: Dan Ahi, Chabaré, Korgom et Romaza. Rapport. PGRN: 42 pp.
- Saadou M Mounkaïla G. 1997. Etude de l'intégration des objectifs nutritionnels de la foresterie dans la sécurité alimentaire au Niger. Rapport scientifique à la FAO.
- Saadou M. 1998. Eléments constitutifs de la biodiversité. Rapport de consultation, CNEDD: 129 pp.

## ***Dioscorea liebrechtsiana* de Wild, un légume de cueillette de grande importance au Congo**

J. Mabanza, J.C. Mambou

Centre de Recherches sur l'Amélioration Génétique des Plantes (CERAG), Brazzaville, Congo

### **Résumé**

La consommation d'ignames n'affecte principalement que près de 8 espèces des 600 que comptent le genre *Dioscorea*: *Dioscorea alata*, *D. rotundata*, *D. dumetorum*, *D. burkilliana*, *D. esculenta*, *D. opposita*, *D. bulbifera* et *D. trifida*. *Dioscorea liebrechtsiana*, une igname sauvage, est présente dans les écosystèmes forestiers d'Afrique Centrale. Les jeunes pousses sont consommées au Congo sous forme de légume salade, ou comme assaisonnement pour les mets à base de viande, alors que le tubercule est également comestible. Les enquêtes réalisées sur les marchés de Brazzaville ont montré l'importance des ventes effectuées au niveau des pousses de *Dioscorea liebrechtsiana* et, ont aussi permis d'apprécier l'apport de la plante en terme de source alimentaire et de source de revenus pour la population. Dans cette étude, la possibilité de domestication a également été explorée. Elle a intéressé la multiplication de la plante par son tubercule et l'obtention de nombreuses plantes par la culture *in vitro* de la bouture nodale.

### **Introduction**

Sur les 600 espèces que comporte le genre *Dioscorea*, 8 seulement sont consommées exclusivement pour leurs tubercules. Il s'agit de *Dioscorea alata*, *D. rotundata* – *cayennensis*, *D. dumetorum*, *D. burkilliana*, *D. esculenta*, *D. opposita*, *D. bulbifera* et *D. trifida* (Dumont et Vernier 1997; Bricas et Attaie 1998). *Dioscorea liebrechtsiana* est une igname sauvage qui est présente dans les écosystèmes forestiers d'Afrique Centrale (N'kounkou 1993; N'kounkou et al. 1993). Au Congo les jeunes pousses sont utilisées sous forme de légume - salade ou comme assaisonnement pour les mets à base de viande (N'kounkou 1993; Miatéo 1998). Au cours de la période de l'année allant de septembre à janvier les différents marchés du pays regorgent de quantités de bottes de jeunes pousses de *Dioscorea liebrechtsiana* qui se retrouvent à côté de légumes traditionnels courants tels que les amarantes, la tomate, l'épinard, etc. D'une manière générale, peu d'études ont été consacrées à cette espèce. On note seulement quelques articles de description botanique (N'kounkou 1993; N'kounkou et al. 1993; N'kounkou 1996a; N'kounkou 1996b). *D. liebrechtsiana* est souvent simplement cité (Hamon et al. 1995; Dumont 1998) ou absent sur la liste des ignames recensées pour l'Afrique Centrale (Hladik et al. 1984; Dumont et al. 1994). Avec la dévastation croissante des forêts et l'augmentation de la population dans les différents lieux de cueillette, ce produit pourrait se raréfier et se trouver menacé de disparition. Il est important de mener des actions pour mieux connaître et valoriser les espèces alimentaires afin qu'elles puissent mieux répondre aux exigences de la sécurité alimentaire, et également, afin de les sauver et de les conserver pour les besoins des générations futures. Le travail initié au Centre de Recherches sur l'Amélioration Génétique des Plantes (CERAG) vise une meilleure connaissance de l'importance de *D. liebrechtsiana* et explore la possibilité de domestication d'une espèce déjà intégrée dans les mûrs alimentaires des populations.

### **Matériel et méthodes**

#### **Enquêtes relatives à la consommation de *D. liebrechtsiana***

Pour apprécier l'importance de la consommation du *Dioscorea liebrechtsiana*, nous avons procédé aux enquêtes sur six marchés de Brazzaville à savoir Total, Commission, Bourreau, Ouenzé, Mounkali et Mikalou. Ces enquêtes ont été menées pendant la période allant de septembre 2001 à janvier 2002, période pendant laquelle les cueillettes et les ventes sont réalisées. Un passage a été effectué chaque mois sur les 6 marchés au même moment. Au niveau de chaque marché, nous avons enregistré chez 5 vendeurs pris au hasard le nombre de bottes vendues et

le prix de la botte. Nous avons également recensé le nombre de vendeurs par marché, le nombre de pousses par botte et nous avons pesé les bottes.

### *Etude des possibilités de disposer des plantes et conditions de mise en culture in vitro*

Les tubercules de *Dioscorea liebrechtsiana* ont été collectés à Moulenda (Sous-préfecture de Louingui dans le Département du Pool) et dans la banlieue sud de Brazzaville. Ces tubercules sont transportés en entier au Centre de Recherches sur l'Amélioration Génétique des plantes (CERAG) à Brazzaville. Ils ont ensuite été divisés en semenceaux pesant 100 à 150 grammes et ont été mis en terre. Au cours de cette étude, nous avons disposé d'un échantillon composé de 5 accessions de *D. liebrechtsiana*, localement dénommées « Kiboka », « Kiboumbou », « Mayanga 1 », « Mayanga 2 » et « Mayanga 7 ».

La réalisation du travail de culture *in vitro* a été rendue possible gr,ce à un équipement relatif à la culture *in vitro* au CERAG. Nous avons utilisé comme milieu de base de culture *in vitro*, le milieu minéral modifié de, sous forme gélosé et appelé MS. A ce milieu auquel ont été ajoutés du saccharose et des vitamines, nous avons suivant les besoins de l'étude, complémenté par une auxine, l'acide naphthalène acétique (ANA), une cytokinine, la benzylaminopurine (BAP) ou un acide gibbérellique ( $AG_3$ ). Pour l'expérimentation menée sur la multiplication *in vitro*, suivant la technique développée par Mabanza et al. (2001) sur le manioc, les plantes développées à partir des semenceaux cultivés ont fourni les échantillons végétaux utilisés. Quarante huit explants composent chaque traitement composé de boutures nodales. Après développement *in vitro*, les plantes obtenues ont été sevrées et transférées en terre ferme.

## Résultats

### Consommation de *D. liebrechtsiana*

Les ventes de *D. liebrechtsiana* débutent dès le mois de septembre et prennent fin en janvier. L'activité de vente encore faible en septembre atteint rapidement le maximum au mois de novembre ou est réalisé le maximum de ventes par jour au niveau de 6 marchés de Brazzaville (figure 1). Ensuite, elle décroît jusqu'au mois de janvier qui marque la fin de la cueillette.

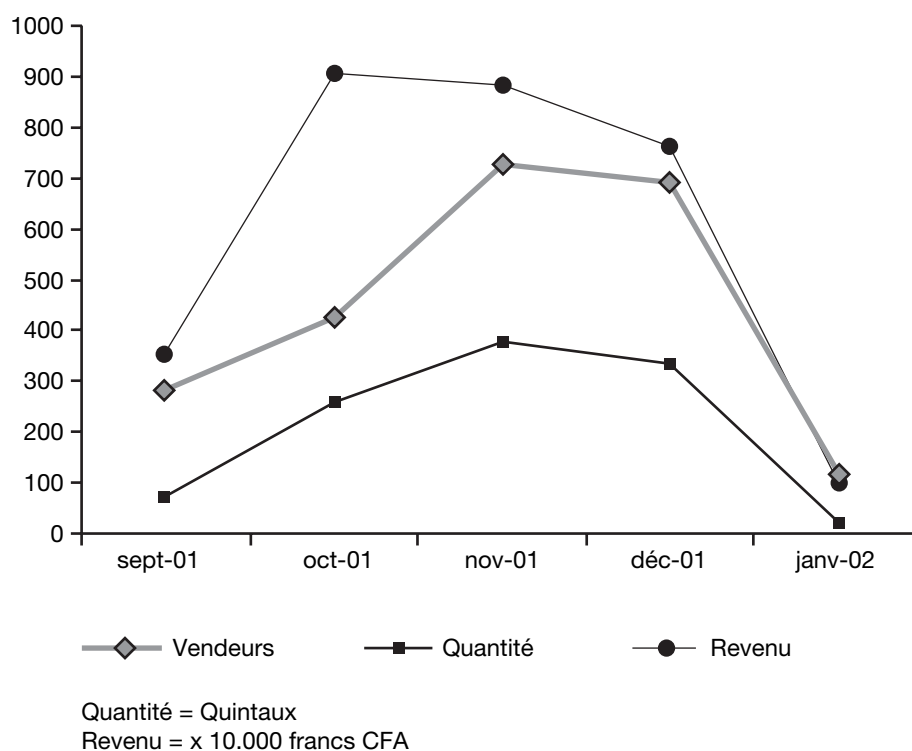


Figure 1: Evolution des ventes journalières de *Dioscorea liebrechtsiana* au niveau de 6 marchés de Brazzaville

Le nombre de vendeurs par jour n'est que de 281 au niveau des 6 marchés au mois de septembre. Ce nombre évolue et atteint son maximum au mois de novembre avec 731 vendeurs par jour. Il reste élevé au mois de décembre (691) et diminue rapidement au mois de janvier pour tomber à 116 en fin de mois. Ceci marque la fin de la période de vente à cause de la lignification des parties apicales.

La quantité de pousses vendues suit également la même tendance. En septembre 7,4 tonnes sont vendues par jour au niveau des 6 marchés. Cette quantité augmente et atteint 37,7 tonnes par jour au mois de novembre. Elle reste également élevée au mois de décembre avec 33,4 tonnes et descend à 2 tonnes en fin janvier. La quantité cumulée pour l'année 2001 atteint 3135 tonnes.

Les ventes de *D. liebrechtsiana* procure des revenus non moins négligeables. Au mois de septembre, début des cueillettes, les 6 marchés totalisent près de 3 500 000 de francs CFA de vente par jour. Au mois d'octobre ces ventes atteignent 9 000 000 de francs CFA par jour. Ces revenus restent élevés en novembre (8 900 000 de francs CFA) et décembre (7 700 000 de francs CFA) et descendent à 1 000 000 de francs CFA par jour au mois de janvier. Ainsi la cueillette de *D. liebrechtsiana* constitue une source alimentaire et une source de revenus non négligeable.

### **Multiplication de *D. liebrechtsiana***

Les possibilités de multiplication de *D. liebrechtsiana* ont été explorées. La première possibilité de multiplication a consisté à multiplier le *D. liebrechtsiana* à partir du tubercule pour obtenir de nouvelles plantes. Les accessions collectées sous forme de tubercules pesant de 500 grammes à 3 kilogrammes ont été fragmentées en semenceaux de 100 à 150 grammes. Plantées au CERAG elles se sont normalement développées. Elles ont produit après 9 mois des tubercules de 500 grammes à 2 kilogrammes. On peut ainsi multiplier une accession collectée et obtenir plusieurs copies après un cycle de culture. Suivant la taille du tubercule collecté, 5 à 15 copies sont possibles.

La deuxième possibilité de multiplication du *D. liebrechtsiana* s'est intéressée à la culture *in vitro*. Cette technique développée au CERAG a permis d'obtenir de nombreuses plantes à partir de la culture *in vitro* de la bouture nodale des plantes des accessions développées au CERAG. Après 60 jours en culture *in vitro*, les plantes obtenues sont sevrées et transférées sur la terre ferme avec une réussite de 90% (Tableau 1). La technique de la culture *in vitro* augmente d'une façon considérable l'obtention de nombreuses copies des accessions collectées.

Tableau 1: Etablissement des plantes obtenues de culture *in vitro* 3 mois après transfert en terre

Cultivars	Nombre sevré	Nombre développé	Non développé	% de réussite	% de pertes
Mayanga 1	48	39	9	81,25	18,75
Mayanga 2	-	42	6	87,50	12,50
Mayanga 7	-	42	6	87,50	12,50
Kiboumbou	-	45	3	93,75	6,25
Kiboka	-	48	0	100	0
Total	240	216	24	90	10

### **Discussion et conclusion**

Selon la FAO (1999), la production mondiale d'igname est de 33 000 000 de tonnes en 1998, dont 96% pour l'Afrique. Pour le Congo cette production qui était de 50 000 tonnes en 1973 est tombée à 13 000 tonnes en 1998. Ces chiffres indiquent la participation de l'igname dans l'alimentation des populations. Cette consommation réalisée sous forme de tubercules n'intègre pas celle pratiquée sous forme de légume. En outre, elle s'intéresse exclusivement aux formes



cultivées. Comme le notent Bahuchet et al. (1991), la quantité vendue de 3135 tonnes au niveau de 6 marchés de Brazzaville montre qu'une part non négligeable des besoins alimentaires des populations est parfois satisfaite par des produits de cueillette. De même le revenu généré par les ventes pendant une période de 5 mois paraît important, et de la sorte ces ventes participent également à la réduction de la pauvreté des populations. Dès lors que l'on peut disposer des copies des accessions collectées, on peut avantageusement mener un travail de collecte de matériel végétal, puis réaliser une sélection pour obtenir des clones désirés. Le fait qu'il soit possible d'obtenir des tubercules commercialisables à partir des accessions collectées montre qu'à l'instar de *D. rotundata x cayennensis*, *D. dumetorum* et *D. prahensis* (Dumont et al. 1994; Dumont et Vernier 1997; Dumont 1998), *D. liebrechtsiana* peut également être cultivé. Il peut par conséquent procurer une forte production et mieux participer à l'alimentation humaine.

### Références

- Bahuchet J, McKey D, Garine I. 1991. Human Ecology. Vol. 19, Special issue: 213-243.
- Bricas N, Attaie H. 1998. La consommation des ignames: Synthèse des connaissances et enjeux pour la recherche. In: L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Actes du Séminaire International Cirad-Inra-Orstom-Coraf, Montpellier, France, 3-6 juin 1997, (Berthaud J, Bricas N, Marchand JL, eds): 21-30.
- Dumont R. 1998. Domestication des ignames en Afrique. In: L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Actes du Séminaire International Cirad-Inra-Orstom-Coraf, Montpellier, France, 3-6 juin 1997, (Berthaud J, Bricas N, Marchand JL, eds): 119-125.
- Dumont R., Vernier P. 1997. La domestication des ignames (*D. cayennensis-rotundata*) chez les populations *Bariba* du Bénin. Actes du Colloque Gestion des Ressources Génétiques des Plantes en Afrique des savanes. Bamako, Mali, 24-28 février 1997: 47-54.
- Dumont R, Hamon P, Seignobos C. 1994. Les ignames au Cameroun. Actes du Colloques Repères-Cultures Annuelles. CIRAD-CA, Montpellier, France: 79 pp.
- FAO. 1999. Culture et utilisation de l'igname pour améliorer la sécurité alimentaire, Texte de référence. FAO, Rome, Italie.
- Hamon P, Dumont R, Zoundjihékpon J, Tio-Touré B, Hamon S. 1995. Les ignames sauvages d'Afrique de l'Ouest. Ed. ORSTOM, Paris: 84 pp.
- Hladik A, Bahuchet S, Ducatillon C, Hladik CM. 1984. Les plantes à tubercules de la forêt dense d'Afrique Centrale. Revue d'Ecologie du Laboratoire d'ECOTROP du CNRS, 39: 249-290.
- Mabanza J, Otabo FR, Moussouami C. 2001. Conservation *in vitro* du germoplasme des cultivars africains de manioc (*Manihot esculenta* Crantz). Bulletin de Ressources Phytogénétiques de l'IPGRI. 125: 29-32.
- Miatéo S. 1998. L'igname au Congo. In: L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Actes du Séminaire International Cirad-Inra-Orstom-Coraf, Montpellier, France, 3-6 juin 1997, (Berthaud J, Bricas N, Marchand J., eds): 399 pp.
- N'kounkou JS. 1993. La section *Enantiophyllum uline* du genre *Dioscorea* en Afrique Centrale. Journ. Bot. 126 (1): 45 – 70
- N'kounkou JS, Lejoly J, Geerinck D. 1993. Les Dioscoreaceae du Congo. Fragm. Flor. Geobot. Sppl. 2 (1): 139–182.
- N'kounkou JS, Geerinck D. 1993. La distribution phytogéographique des Dioscoreaceae Africaines. Abstract du Colloque International de Phytogéographie Tropicale, Réalités et Perspectives, Paris, 6 – 8 juillet 1993. Université Pierre et Marie CURIE, Paris.
- N'kounkou JS. 1996a. Synthèse taxonomique des *Dioscorea* (Dioscoreaceae) d'Afrique Centrale (Congo, Zaïre, Rwanda, Burundi). Fragm. Flor. Geobot. 41 (2): 595 – 610.
- N'kounkou JS. 1996b. L'homme et l'igname au Congo. In: Biodiversity of African Plants. (Van der Maesen LJG, Van der Burgt XM, Van Medenbach de Rooy JM, eds). Kluwer Academic Publishers: 761–767.

## Conservation des ressources génétiques forestières: Quels rôles pour les Centres de Semences Forestières en Afrique de l'Ouest et du Centre

M. Ouédraogo, S. Sina

Centre National de Semences Forestières, Ouagadougou, Burkina Faso

### Résumé

La situation des forêts africaines est caractérisée par une perte annuelle de 5,3 millions d'hectares dont 1,3 million en Afrique de l'Ouest, particulièrement touchée (FAO 2002). Il en résulte une perte accélérée des ressources génétiques qui s'accompagne d'une érosion génétique et d'une réduction de la diversité biologique avec des conséquences économiques et biologiques graves (Ouédraogo 1999).

Face à cette situation préoccupante, la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre développent des politiques nouvelles d'aménagement, de conservation et d'utilisation des ressources génétiques forestières.

C'est dans ce contexte qu'il faut situer l'action des Programmes Nationaux de Semences (PNSF) dont l'expérience de celui du Burkina Faso est largement partagée dans la présente communication. Le rôle des PNSF est d'autant plus important que leurs activités intègrent plusieurs aspects qui contribuent en amont et en aval à la conservation des ressources génétiques:

- La connaissance du potentiel existant par l'exploration des aires naturelles des espèces et l'identification des peuplements semenciers constituent un préalable nécessaire à toute action de conservation;
- La production de semences destinées à la restauration des zones dégradées, à la mise en place de plantations conservatoires *ex situ* et de banques de gènes, à l'évaluation des performances des espèces et provenances assure le maintien de leur diversité;
- La conduite de diverses activités de recherche visant à la connaissance d'un certain nombre de paramètres biologiques et techniques est capitale pour l'élaboration de stratégies appropriées de conservation des ressources génétiques forestières;
- La formation dispensée dans le cadre des PNSF en vue de vulgariser les bonnes pratiques, contribue au renforcement des capacités techniques des différents acteurs, principaux utilisateurs et gestionnaires des ressources génétiques forestières;
- Enfin, les actions de certification et de contrôle du matériel végétal par les PNSF et leur contribution à la définition de politiques forestières nationales assurent une préservation des ressources génétiques contre d'éventuelles pollutions génétiques et contribuent à une responsabilisation de l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion des ressources génétiques forestières.

En dépit de ce rôle capital des PNSF dans la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières, il est paradoxal de noter que la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre ne sont pas dotés véritablement de tels programmes ou disposent de programmes insuffisamment fonctionnels dont il convient de renforcer les capacités humaines, scientifiques et techniques, ce qui repose une fois encore la nécessité de développer la coopération régionale et internationale.

### Introduction

Les forêts africaines constituent une réserve inestimable de biens et de services. En effet, les ressources dont elles recèlent participent largement à la satisfaction des besoins alimentaires, énergétiques, médicaux et culturels des communautés. En outre, ces ressources contribuent pour une part importante aux économies locales et nationales.

Cependant l'exploitation souvent incontrôlée dont sont l'objet ces forêts provoque une perte accélérée des ressources génétiques. Cette destruction des forêts est considérée comme la cause principale de réduction potentielle de la diversité biologique avec des conséquences économiques et biologiques graves. Si cette destruction se poursuit encore davantage, elle compromettra sans aucun doute l'économie et le bien-être des populations.

La surexploitation des ressources forestières se traduit en Afrique par une perte annuelle de 5,3 millions d'hectares de superficie forestière (0,78%) (FAO 2002). Cette situation est particulièrement perceptible en Afrique de l'Ouest qui enregistre un fort taux annuel de régression de la superficie forestière estimée à -1,5% (FAO 2002).

Dans les zones sèches ouest-africaines (Burkina, Mali, Niger, Mauritanie, Tchad), cette pression sur les ressources génétiques forestières due principalement aux mauvaises pratiques humaines (agriculture itinérante, surpâturage, coupe incontrôlée de bois, feux de brousse) conjuguées aux effets drastiques de la sécheresse entraîne une déforestation et la disparition de peuplements entiers de certaines espèces. Ainsi par exemple, au Burkina Faso un certain nombre d'espèces (*Acacia senegal*, *Dalbergia melanoxylon*, *Pterocarpus lucens*) sont menacées de disparition alors que d'autres comme *Celtis integrifolia* et *Adenium obesum* sont même en voie d'extinction.

Dans les zones humides ouest africaines, le développement des cultures de rente (café, cacao, caoutchouc) et la surexploitation des forêts pour le bois d'œuvre expliquent en grande partie la déforestation alors que les incendies de forêts constituent l'un des principaux obstacles à la conservation et l'aménagement durable de ces forêts.

Si la situation de l'Afrique Centrale, fortement boisée (35% de la superficie forestière du continent), ne semble pas aussi préoccupante que celle de l'Ouest, les quantités de ressources prélevées étant estimées globalement inférieures à l'accroissement, on note tout de même une surexploitation des forêts en constante augmentation avec les besoins des populations. Les principales causes de déforestation dans cette sous-région sont l'agriculture, le développement des cultures de rente, l'urbanisation l'exploitation minière. L'exploitation commerciale du bois d'œuvre, parce que sélective, peut conduire à un épuisement à court terme des espèces commercialisées.

L'érosion génétique et la perte de diversité qui accompagnent la dégradation des forêts représentent aujourd'hui une des principales préoccupations dans le cadre de la conservation des ressources génétiques forestières.

Face à cette situation inquiétante, et en l'absence d'informations actualisées et fiables sur les superficies des forêts africaines d'une part et le manque de données sur la biologie et l'organisation génétique de la plupart des espèces, il apparaît le besoin urgent de disposer des outils nécessaires pour développer des stratégies et approches appropriées d'aménagement, de conservation et d'utilisation des ressources génétiques forestières.

Conscients de cet enjeu, la plupart des pays ont adopté ou sont en train de développer de nouvelles politiques basées sur le concept d'aménagement et de gestion durable des forêts.

La gestion des ressources génétiques forestières doit être considérée dans un cadre global intégrant à la fois des aspects scientifiques, techniques et institutionnels et associant les populations.

Quel peut être dans ce contexte la contribution des programmes nationaux de semences forestières à la conservation des ressources génétiques forestières?

Initialement conçus pour assurer l'approvisionnement des organismes de reboisement en semences forestières destinées à la mise en place de plantations, les programmes nationaux de semences forestières, structures à gestion jusqu'alors centralisée, ont connu une évolution pour répondre aux préoccupations concrètes suivantes:

- connaître les sources de semences des différentes espèces;
- assurer la viabilité des semences diffusées;
- assurer la pérennité des sources de semences;
- garantir la qualité physiologique et génétique du matériel fourni;
- développer des techniques de production des plants en pépinières, adaptées aux espèces locales, au profit des utilisateurs de semences;

- combler le manque d'informations sur la sylviculture des espèces;
- générer des informations sur la phénologie, l'écologie et la biologie des espèces;

Pour apporter des réponses adéquates à toutes ces questions dont la finalité est en définitive d'assurer une disponibilité permanente en semences de qualité physiologique et génétique garantie, et une préservation des sources de semences, le rôle des programmes nationaux de semences forestières a donc évolué pour inclure aussi bien l'utilisation que la conservation des ressources génétiques forestières.

La notion de « semences forestières » revêt aujourd'hui le sens large de « ressources génétiques de plantes ligneuses » et il serait donc souvent plus juste de parler de « programme pour l'utilisation et la conservation des ressources génétiques des plantes ligneuses » (Graudal 1999).

La conservation des ressources génétiques forestières vise à maintenir la variation génétique inter et intraspécifique chez des essences soigneusement ciblées. Celle-ci place le maintien de la diversité génétique intraspécifique comme pilier fondamental des activités de conservation.

Il convient toutefois de constater qu'en Afrique de l'Ouest et Centrale, seuls le Burkina Faso, le Sénégal, le Niger, le Congo, la Côte d'Ivoire, le Mali et le Togo disposent de programme national de semences forestières structuré ou plus souvent de petites unités de semences forestières plus ou moins fonctionnelles intégrées dans les instituts de recherche.

La présente communication qui présente les apports des programmes nationaux de semences forestières dans la conservation des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest et Afrique Centrale, s'inspire largement des acquis du CNSF du Burkina dont l'expérience a par ailleurs bénéficié à de nombreux pays africains.

## **Présentation du CNSF du Burkina Faso**

### **Organisation**

Créé en 1983, le Centre National de Semences Forestières (CNSF) a été érigé en EPA (Etablissement Public à caractère Administratif) en 1997. Depuis lors, il jouit d'une certaine autonomie administrative et financière. En 1988 le CNSF a connu une décentralisation avec la création de quatre structures relais dénommées Antennes Régionales de Semences Forestières (ARSF) localisées dans quatre régions agroclimatiques différentes du pays. L'objectif de cette décentralisation est de rendre plus efficace la mise en œuvre des actions du CNSF en prenant en compte les préoccupations de l'ensemble des acteurs impliqués dans la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières.

### **Objectifs du CNSF**

Les programmes nationaux de semences forestières visent des objectifs dits de développement et des objectifs immédiats. Tout programme contribuera à l'objectif de développement par la poursuite d'objectif immédiat plus spécifique dans le but d'utiliser et de conserver les ressources génétiques.

### **Objectifs de développement**

Les objectifs de développement du CNSF Burkina sont:

- appuyer les programmes de reconstitution du couvert végétal par la production de semences de bonne qualité physiologique et génétique et en assurer la diffusion;
- contribuer à la promotion des espèces forestières locales par leur domestication à travers la recherche en sylviculture, écologie et amélioration génétique;
- contribuer à la conservation de la diversité biologique par l'identification et l'évaluation des espèces forestières et le développement de stratégies pertinentes de conservation des ressources génétiques;
- contribuer au renforcement des capacités des communautés de base et des techniciens du développement rural par un transfert soutenu des connaissances.

### Objectifs immédiats

Les objectifs immédiats qui découlent des objectifs de développement sont:

- développer une stratégie de gestion des peuplements semenciers;
- assurer la conservation des semences forestières pour des utilisations courantes et futures;
- mettre en place un herbier de référence;
- développer des techniques de production de plants au profit des pépiniéristes et autres acteurs du monde rural.

### Rôle des programmes nationaux de semences forestières

Le rôle des PNSF dans la conservation des ressources génétiques forestières peut être défini à travers quatre catégories d'activités: production, recherche, formation et législation.

### Production

La production de semences implique la mise en œuvre de plusieurs activités:

- La prospection, l'identification et la sélection des peuplements semenciers naturels. Cette activité qui permet la sélection de populations d'arbres d'espèces locales est un moyen de mieux connaître le potentiel de ressources génétiques d'espèces précises. Les peuplements recensés sont ensuite cartographiés ce qui fournit des informations nécessaires à la gestion des ressources des espèces concernées. Au Burkina Faso, le CNSF a identifié à travers le territoire environ 1 200 peuplements semenciers répartis dans les six zones semencières que compte le pays. Certaines zones dont les espèces présentent des intérêts particuliers pour l'homme et les animaux (gomme, bois, produits alimentaires et de pharmacopée, etc.), ont fait l'objet d'une prospection, voire d'un inventaire détaillé et approfondi. C'est le cas par exemples de *Acacia laeta*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Anogeissus leiocarpus*, *Khaya senegalensis*, *Parkia biglobosa*, etc. Le tableau n°1 donne les résultats de prospection et/ou inventaire de quelques espèces.
- L'aménagement des sources de semences (peuplements) en vue d'assurer une production soutenue de semences. Ces aménagements sont des moyens de gérer durablement les ressources phytogénétiques. Au Burkina Faso, les populations riveraines sont associées dans certains cas à l'aménagement, donc à la gestion durable des peuplements semenciers de leurs terroirs.
- La récolte: La récolte des semences se fait selon des normes techniques prescrites visant à piéger le maximum de diversité génétique et est réalisée en fonction des objectifs de récolte.
- La récolte de semences destinées au reboisement: dans ce cas, la récolte se fait généralement sur une portion limitée de l'aire, à partir de populations que les essais de provenances ont désignées comme étant bien adaptées aux conditions écologiques des stations à reboiser. Toutefois, étant donné que dans de nombreux pays on démarre des programmes de reboisement avant d'avoir suffisamment d'information sur le

Tableau 1: Résultats de prospection de quelques espèces utilitaires

Espèces	Zones semencières						Total peuplement recensés
	1	2	3	4	5	6	
<i>Acacia senegal</i>	125	147	78		43		393
<i>Acacia seyal</i>	24	27	31	12	16		109
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	9	17	26	10			62
<i>Khaya senegalensis</i>		3	5	3			11

1. Nord sahélien      4. Sud soudanien      5. Sourou  
2. Sud sahélien      3. Nord soudanien      6. Comoéo



comportement des diverses provenances, on procède souvent à des rapprochements climatiques et édaphiques pour choisir les meilleures sources probables de semences. Dans ce type de récolte, le matériel végétal est utilisé soit pour la reconstitution du couvert végétal des zones dégradées, principalement dans les zones sèches d'Afrique de l'Ouest en vue d'inverser le processus de désertification soit pour la mise en place de plantations de bois de feu ou de bois d'œuvre ou des plantations à des fins industrielles dans les zones humides. Il s'agit dans ces cas de régénérer des ressources génétiques forestières. Au Burkina Faso, le CNSF produit annuellement en moyenne 3,5 tonnes de semences forestières dont l'essentiel est destiné à la mise en place de plantations dans le cadre des campagnes de reboisement. Ainsi, plusieurs milliers de plants sont mis en terre chaque année grâce aux semences diffusées. Dans ce sens, cette activité contribue sans conteste à une conservation des ressources phytogénétiques. Elle contribue en effet au maintien de la variabilité génétique intraspécifique.

- La récolte en vue d'évaluation: L'évaluation se rapporte d'une part à la réalisation d'essais d'espèces et de provenances dans lesquels on évalue l'étendue et le type de variation, l'adaptation des diverses espèces ou provenances aux stations de reboisement envisagées et d'autre part aux essais en laboratoire utilisant des méthodes biochimiques et moléculaires en vue de connaître la structure génétique des populations des espèces étudiées. La récolte porte en principe sur toute l'aire de l'espèce. Si l'on ne dispose pas d'informations suffisantes sur la répartition de l'espèce, des recherches dans la littérature et dans les herbiers, des contacts avec des forestiers, des botanistes amateurs et autres personnes vivant dans son aire naturelle ou à proximité, peuvent aider à en définir les limites. Le nombre de provenances à échantillonner dépendra de l'étendue et de l'hétérogénéité de l'aire de répartition et de la diversité génétique de l'espèce. Le nombre d'arbres échantillonnés par peuplements variera selon l'essence et son système de reproduction. On considère que 25 à 30 arbres au moins par peuplement constitue un échantillon représentatif. Pour les essais de provenances, des quantités identiques de semences des différents arbres d'un même peuplement sont mélangées et utilisées. Des récoltes de descendances séparées sont faites dans le cas d'études de variabilité génétique, c'est-à-dire que les différents lots de semences récoltées sont maintenues séparées. A titre d'exemple plusieurs équipes du CNSF ont réalisé en 1993 une récolte de semences de *Parkia biglobosa*, en vue d'évaluation, dans une douzaine de pays en Afrique de l'Ouest et du Centre (Burkina, Mali, Niger, Nigeria, Côte d'Ivoire, Sénégal, Guinée Conakry, Togo, Bénin, Ghana, Tchad, Cameroun). Soixante populations ont ainsi été échantillonnées sur l'aire de répartition de l'espèce et 25 à 30 arbres ont été effectivement sélectionnés dans chaque population. En outre, des essais de provenances sont mis en place par le CNSF dans cinq stations différentes dans les ARSF. Ce type de récolte fournit le matériel végétal nécessaire à la détermination des paramètres biologiques des espèces dont la connaissance est indispensable à la formulation de stratégie de conservation des ressources génétiques forestières.
- La récolte en vue de la conservation *ex situ* doit permettre de capturer le maximum de variation et de la maintenir en dehors du site originel de récolte. L'élaboration d'une telle stratégie ne peut se faire sans une connaissance approfondie du système de reproduction, de la structure génétique des populations et du flux des gènes dans et entre les populations. En l'absence de toutes ces informations, la récolte se fait en échantillonnant selon les moyens, un maximum de populations réparties sur l'aire de répartition de l'espèce. 25 à 30 arbres distants de 100 à 300 m seront échantillonnés par populations.

Cette récolte permet le développement de banques de gènes et la mise en place de plantations conservatoires destinées à assurer ainsi la conservation de ressources génétiques en dehors de leurs sites naturels.

### *Recherche*

Pour enrayer l'érosion des ressources génétiques forestières, il est essentiel de les conserver et d'en assurer l'utilisation de manière durable. L'élaboration de stratégie de conservation appropriée pour une espèce ou un écosystème donné requiert la connaissance de certains types d'informations dont les données biologiques et des renseignements d'ordre social et économique. A cet effet des actions de recherche sont conduites par les programmes nationaux de semences forestières sur les points suivants:

### *Sylviculture*

Les recherches sur la sylviculture des espèces ont pour but une meilleure utilisation des semences des différentes espèces et également une meilleure connaissance des conditions de culture des arbres forestiers. La connaissance de ces données conditionne la réussite des activités de reboisement donc de propagation des espèces.

### **Physiologie des semences**

Les activités sont essentiellement conduites en laboratoire et permettent de déterminer les conditions optimales d'utilisation des semences, notamment à travers les études de germination et de conservation des semences. La connaissance des conditions de germination et de conservation est un préalable important pour l'utilisation des semences forestières à court, moyen et long terme.

Ces recherches constituent le pilier de la conservation *ex situ* dans les banques de semences et dans les plantations conservatoires.

### **Evaluation du matériel végétal**

#### *Mise en place d'essais au champ*

Les essais au champ visent à déterminer les espèces, les provenances ou les descendances les mieux adaptées aux conditions des essais. Les meilleures provenances (production de bois, résistance à la sécheresse, etc.) seront ensuite utilisées en plantations. L'utilisation de ces espèces ou provenances mieux adaptées aux conditions du milieu et aux besoins des utilisateurs contribue ainsi à assurer la préservation des ressources génétiques.

#### *Etudes de diversité génétique*

Ces études sont généralement menées au moyen de marqueurs biochimiques (les isozymes), mais aussi en utilisant des marqueurs moléculaires. Elles visent à déterminer la structure génétique des espèces. Ainsi le niveau et la répartition spatiale de la diversité génétique des populations récoltées dans l'aire naturelle d'une espèce sont évaluées.

La connaissance de la diversité génétique est un préalable indispensable à la définition de stratégies de conservation, de gestion et d'utilisation des ressources forestières. La régénération des forêts, qui se fait principalement par des graines issues des arbres *in situ*, dépend du maintien de cette diversité en particulier pour faire face à des changements climatiques imprévisibles ou pour établir un programme d'amélioration.

Des études de diversité génétiques ont été conduites au CNSF pour un certain nombre d'espèces dont *Acacia senegal*, *Acacia macrostachya*, *Faidherbia albida* et *Parkia biglobosa*.

#### *Systèmes de reproduction et flux de gènes*

Le système de reproduction et les flux de gènes sont des facteurs importants qui déterminent la structuration génétique des espèces et la stratégie de conservation doit en tenir compte. Ainsi pour une espèce allogame et pollinisée par le vent, dont la majorité de la variabilité génétique est intra-population, préserver un petit nombre de populations sera suffisant. Au contraire, pour une espèce autogame et à variabilité inter-population importante, il faudra augmenter le nombre de populations.

***Amélioration génétique et sélection***

La sélection permet de mettre en exergue les meilleures variétés, résistantes à différents facteurs de destruction telles que les sécheresses, les maladies, etc. De ce point de vue, les recherches en amélioration génétique contribuent sans conteste à la conservation des ressources phytogénétiques.

**Botanique systématique et études ethnobotaniques**

Des activités de recherche non moins négligeables entreprises dans des centres de semences contribuent à une meilleure conservation des ressources génétiques forestières. Ce sont les recherches en botanique systématique, qui contribuent à une meilleure connaissance de la flore des zones couvertes par les activités du centre de semences. Ces informations de base sur la taxonomie sont nécessaires pour consolider l'assise scientifique des stratégies de conservation.

Dans le cas du Centre de semences du Burkina Faso, un herbier est mis en place depuis 1996. Il est composé de 1619 échantillons de 364 espèces appartenant à 78 familles botaniques.

L'herbier représente donc une source importante d'informations sur la diversité végétale et sur les ressources génétiques forestières disponibles dans une zone donnée.

Le matériel d'herbier permet de donner des clés d'identification, des flores, des cartes de distribution, etc. Un herbier constitue une source d'information importante pour les chercheurs, les utilisateurs des plantes, les populations, les élèves et étudiants.

Les recherches en ethnobotanique ont pour but de mieux connaître l'utilisation faite des espèces par les populations; ces connaissances participent à l'élaboration de stratégies adaptées à la conservation des ressources phytogénétiques. Au niveau local, les multiples utilisations justifient la conservation des espèces locales dans les terroirs.

***Renforcement des capacités des utilisateurs de semences: formation des acteurs et conservation des ressources génétiques forestières*****La formation et la vulgarisation**

Il s'agit pour les programmes nationaux de semences de mettre à la disposition des différents acteurs (techniciens, producteurs, ONG, structures étatiques, etc.) des outils nécessaires à une gestion durable des ressources génétiques forestières.

Dans le cas du Centre National de Semences Forestières du Burkina Faso, les activités de formation comprennent les thèmes suivants:

- Techniques de récolte de semences;
- Botanique et systématique: ou reconnaissance des espèces forestières;
- Production de plants en pépinières;
- Aménagement et gestion des peuplements semenciers;
- Techniques de prétraitement des semences;
- Conservation des semences forestières particulièrement en milieu rural.

Les actions de vulgarisation portent sur les résultats de recherche obtenus par le CNSF et permettent également de diffuser l'information sur l'utilisation appropriée des semences.

Le CNSF participe par ailleurs à l'éducation environnementale des jeunes en particulier. Ainsi, des élèves visitent annuellement le CNSF.

Ces activités de formation et de vulgarisation constituent à n'en pas douter des moyens de transfert des meilleures pratiques en matière de conservation des ressources phytogénétiques. Le CNSF participe également à la formation des cadres et techniciens (nationaux et étrangers) du développement rural sur la conservation et l'utilisation durables des ressources génétiques forestières.

La production de documents didactiques, techniques sur les ressources génétiques forestières est également un puissant outil de sensibilisation et de transfert des connaissances en matière de conservation des ressources génétiques forestières.

### **Législation**

En matière de législation, les programmes nationaux de semences forestières contribuent activement à l'élaboration de textes visant une meilleure conservation des ressources forestières. Ainsi par exemple, le CNSF au Burkina Faso a contribué à la formulation de la Politique Forestière Nationale, du code de l'environnement et du code forestier, de la stratégie nationale de développement rural décentralisé et de l'état de l'environnement au Burkina Faso (respectivement MET 1990, ADP 1997 a b, SP/CONAGESE 2000, SP-CONAGESE/ SOCREGE/ ANTEA/PRETAGEME. 2001, Premier Ministère 2003). Le CNSF contribue à faire le point des espèces menacées ou en voie de disparition contenus dans la stratégie nationale et les plans d'action sur la diversité biologique du Burkina Faso (SP/CONAGESE PNUE – FEM 1999, SP/CONAGESE 2000).

La certification et le contrôle des semences qui sont une des principales fonctions normatives du Centre de semences permettent un meilleur suivi de la qualité du matériel végétal produit et diffusé à l'intérieur des Etats. Dans ce sens, il assure la conservation et le maintien des ressources génétiques du pays. Le contrôle permet de préserver les ressources génétiques du pays d'éventuelles pollutions génétiques.

### **Conclusion**

Les ressources génétiques forestières connaissent une régression inquiétante dû à la surexploitation et aux effets de la sécheresse. Des politiques sont développés par les différents Etats pour assurer l'aménagement et la gestion durable des forêts par les Etat. L'aménagement et la gestion durable des forêts impliquent plusieurs acteurs et intègrent à la fois des aspects scientifiques, techniques et institutionnels.

Pour faire face à cette situation plusieurs pays ont développé des programmes nationaux de semences forestières qui à travers la mise en œuvre d'activités de production de semences, de recherche, de formation et de contrôle contribuent considérablement à la conservation et à l'utilisation durable des ressources forestières.

Cependant, ces programmes ont dans la plupart des cas besoin d'être renforcés tant en moyens humains que matériels pour leur permettre d'assurer pleinement leur rôle. Il est donc plus que nécessaire de développer la coopération régionale et internationale en vue d'un échange d'expériences et une synergie d'actions.

### **Références**

- ADP. 1997 a. Code de l'environnement au Burkina Faso. Loi N 005/97/ADP du 31 janvier 1997.
- ADP. 1997 b. Code Forestier du Burkina Faso. Loi N 006/97/ADP du 31 janvier 1997.
- Arnold JEM, Dewees PA. 1995. Tree management in farmer's strategies. Response to agricultural intensification. Oxford Univ. Press. 292 pp.
- Baumer M. 1983. Notes on trees and shrubs in arid and semi-arid regions. FAO, Rome. EMASAR Phase, II. 270 pp.
- Baumer M. 1995. Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique Occidentale.
- Boffa JM. 2000. West African agroforestry parklands: key to conservation and sustainable management; Unasylva 200, Vol. 51. 2000.
- Food and Agriculture Organisation (FAO). 1997. State of the world forest resources.
- FAO. 2002. Evaluation des ressources forestières mondiales 2000. Rapport principal.
- Graudal L. 1999. Fonctions et rôles d'un programme national de semences forestières. In: Ouédraogo S, Boffa JM. 1999. Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique subsaharienne. Actes du premier atelier de formation sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest, Afrique centrale et Madagascar. Centre National de Semences Forestières, Ouagadougou 16 au 27 mars 1998. pp. 40-48.
- MET. 1990. Politique Forestière Nationale du Burkina Faso. Ouagadougou. 55 pp. + annexes.
- MET/ Secrétariat Permanent du Plan d'Action National pour l'Environnement (PANE). 1994. Le Plan d'Action National pour l'Environnement. (PANE). 2ème édition. 202 pp.
- Ministère de l'Agriculture. 2003. Proposition de programme cadre de développement agricole durable. 37 pp.

- Ouédraogo AS. 1999. Conservation des ressources génétiques forestières. In: Ouédraogo AS, Boffa JM. 1999. Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne. Actes du premier atelier de formation sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest, Afrique centrale et Madagascar. Centre National de Semences Forestières, Ouagadougou 16 au 27 mars 1998. pp. 23-39.
- Premier Ministère. 2003. Document de stratégie de développement rural à l'horizon. Projet de Lettre de politique de développement rural décentralisée (LPDRD). 14 pp.
- SP/CONAGESE. 2000. Stratégie nationale et plan d'action du Burkina Faso en matière de diversité biologique. 163 pp.
- SP/CONAGESE PNUE – FEM. 1999. Monographie nationale sur la diversité biologique du Burkina Faso. 89 pp.
- SP-CONAGESE/ SOCREGE/ ANTEA/PRECAGEME. 2001. Etat de l'environnement au Burkina Faso. 132 pp.



## Foires de semences et champs de diversité comme stratégies de conservation, gestion et utilisation durable des ressources phytogénétiques

A. Sidibe

*Institut d'Economie Rurale (IER), Bamako, Mali*

### Resumé

Au Mali les variétés locales des céréales et légumineuses (mil, sorgho, niébé et voandzou) alimentaires ont été éprouvés par les déficits pluviométriques et le développement de la culture du coton. Il en a résulté une perte de variétés et des connaissances endogènes y relatives. Les études sur les approches participatives, foire de diversité des semences et champs de diversité ont été entreprises pour renforcer les capacités des paysans à conserver, gérer, et utiliser de façon durable les ressources phytogénétiques. Les variétés de mil, le sorgho, et le niébé ont été testées et caractérisées par les paysans selon leurs propres critères. Après la collecte des données au champ et leur analyse par les paysans et les facilitateurs, il y a la formation sur des thèmes portent sur l'ensemble des domaines qui peuvent contribuer à améliorer le niveau technique du paysan et des agents. En terme de résultats, l'approche a contribué entre autre à une sensibilisation des autorités technico-politico-administratives sur l'intérêt de la conservation des variétés locales, une diffusion des techniques améliorées, ainsi que de variétés traditionnelles et nouvelles et une amélioration du partenariat entre les paysans et la recherche.

### Introduction

L'importance du patrimoine global des ressources génétiques que nous avons dans les plantes cultivées a été reconnue en 1996. Les représentants de 150 pays ont adopté le Plan d'Action Mondial pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au cours de la quatrième Conférence Technique Internationale sur les ressources phytogénétiques qui s'est tenue à Leipzig (Allemagne) en 1996. La Conférence organisée par la FAO a encouragé la promotion et la mise en œuvre facile du Plan d'Action adopté par tous les partenaires.

Afin de satisfaire les requêtes et les recommandations de la Conférence Technique Internationale, la FAO a développé un Programme avec plusieurs bailleurs de fonds afin de renforcer la mise en œuvre du Plan d'Action. Le Programme promeut, identifie, soutient des activités qui sont en concordance avec les priorités du Plan d'Action. Un des objectifs principaux est de renforcer la conservation des ressources phytogénétiques dans le milieu paysan où on peut assurer l'évolution des variétés selon les conditions climatiques et l'accès des utilisateurs directs aux ressources; ce qui garantit la production alimentaire dans les pays concernés.

Par ailleurs, il est utile de préciser que l'adhésion du Mali à la Convention Internationale sur la Diversité Biologique s'est concrétisée par la ratification le 29 mars 1995 et par la formulation et l'adoption, en mai 2001, d'une stratégie nationale en matière de diversité biologique qui englobe également la biodiversité agricole. Dans la même logique et à l'instar de plusieurs pays membres de la FAO, le Mali, a signé lors de la 31ème Session de la Conférence de la FAO, le Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Agriculture et l'Alimentation adopté en novembre 2000.

Le Mali met en œuvre depuis plusieurs années une politique agricole centrée sur la recherche de la sécurité alimentaire. Malgré les efforts déployés dans le cadre de cette politique agricole, l'insécurité alimentaire liée à la pauvreté ne cesse de prendre des proportions inquiétantes avec, en 1998, 71,6 % de la population totale vivant en-dessous du seuil de pauvreté, dont 78 % de la population rurale. Les groupes les plus vulnérables à cette insécurité alimentaire (chronique ou conjoncturelle) sont les petits agriculteurs, des zones arides et semi-arides du pays.

La sécurité alimentaire de ces zones du Mali est fortement liée aux cultures des variétés locales de céréales et aux capacités des paysans à les utiliser. La biodiversité agricole existe dans les communautés agricoles grâce à son importance pour leur sécurité alimentaire. Les paysans sélectionnent et maintiennent leurs variétés selon leurs besoins diversifiés et continuent de le faire sans le considérer comme conservation. Pour cela, les activités à mener afin de renforcer la conservation en milieu paysan peuvent être effectuées avec succès seulement en incluant les paysans parmi les acteurs principaux et en étudiant leurs besoins. Le Gouvernement malien a reconnu ce fait en mettant en œuvre, à partir de 1998, un projet financé par le Fonds International pour le Développement Agricole (FIDA) et qui concerne le développement participatif de stratégies de conservation *in situ* et d'utilisation durable de ressources génétiques des plantes en zones pré-désertiques du Mali, ceci afin de renforcer la capacité des paysans à préserver et multiplier leurs variétés.

L'Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Institut International pour les Ressources Phytogénétiques ont fourni l'assistance technique durant ce projet. Au niveau national le projet a mis ensemble une gamme de partenaires qui sont impliqués dans le domaine de la conservation et l'utilisation des ressources génétiques. Au Mali, le projet a été géré par l'Unité des Ressources Génétiques (URG) de l'Institut d'Economie Rurale.

Dans le cadre du projet, les partenaires ont conçu et développé différents outils pour consolider la connaissance des paysans et pour leur donner les moyens de mettre à profit et diffuser ce savoir-faire plus efficacement. Le renforcement des capacités des paysans pour assurer la sécurité semencière et alimentaire en était l'objectif principal. Deux des outils développés pour assurer la conservation et l'utilisation des ressources génétiques des plantes étaient les Foires de Diversité des Semences et les Champs de Diversité (les CD ou Diversity Field Fora). Ces CD se basent sur l'approche agro-écosystémique en familiarisant les paysans aux différentes composantes des systèmes de production et à leurs interactions. Cette approche s'est inspirée des Champs Ecoles des Producteurs (développée dans le cadre du Programme de Gestion Intégré de la Production et des Déprédateurs et également des leçons apprises de la méthode de sélection participative (Participatory Plant Breeding) où les chercheurs et les paysans observent ensemble la diversité variétale afin de comprendre l'expression des différents caractères génétiques.

Les paysans comme les autres partenaires locaux ont témoigné leur grand intérêt de préserver et de renforcer la diversité variétale. Les chercheurs et les gestionnaires des « institutions » de recherche ont également exprimé leur intérêt par rapport aux deux approches comme outils participatifs permettant une recherche appliquée prenant en compte les besoins des utilisateurs.

Le présent document donne des résultats acquis dans le cadre de ces deux approches.

## **Objectifs**

### **Les foires des semences**

L'objectif global des foires de semences est la mise en place d'un mécanisme de préservation et d'utilisation durable des variétés locales et des savoirs traditionnels.

Les objectifs spécifiques sont de:

- connaître la diversité génétique que détiennent les paysans des zones concernées par la foire;
- favoriser les échanges d'expérience de variétés, de connaissances et produits/techniques de conservation entre les paysans;
- sensibiliser les autorités techniques, politico-administratives, locales, les paysans et les décideurs sur l'importance du matériel génétique local et enfin les partenaires au développement de l'impact de la diversité génétique.

### **Les champs de diversité**

L'objectif global des CD est d'appuyer les efforts de préservation des variétés locales et de renforcer les capacités des paysans comme acteur central de la sécurité alimentaire et de la lutte contre la pauvreté.

Les objectifs spécifiques concernent:

- le renforcement des capacités des paysans de comprendre, d'analyser, de gérer les ressources phytogénétiques pour leur utilisation durable;
- l'augmentation de la diversité génétique dans les exploitations paysannes;
- l'encouragement des échanges de connaissances entre les différents partenaires, principalement entre les paysans et les chercheurs;
- une prise de décision éclairée quand à l'adoption de variétés locales améliorées dans les villages;
- la sensibilisation et le renforcement des capacités des partenaires afin de mettre en place un système de gestion et d'utilisation durable de la biodiversité agricole; et
- une synergie entre les partenaires du projet d'une part et d'autre part les instances gouvernementales travaillant avec la recherche.

## **Méthodologies**

### **Les foires de semences**

#### *La mise en place de la commission d'organisation*

Elle est composée de plusieurs sous-commissions (hébergement, repas, médiatisation, animation, conduite des cérémonies, etc.)

#### *Les structures participantes*

La concertation avec les autorités locales et les services techniques de l'Etat a pour objectif de fixer les montants des primes de motivation pour l'ensemble des exposants (hommes et femmes) et la mise en place d'équipes d'enquêtes et d'investigations dans les villages retenus.

#### *Les enquêtes et les investigations*

Elles ont consisté au choix des paysans exposants (hommes et femmes) dans chaque village et à déterminer leur potentiel en matière de diversité. Les paysans constituaient les principaux acteurs pour les prises de décision.

Les ressources génétiques des espèces ciblées par le projet à savoir, le mil, le sorgho, le niébé et le voandzou ont fait l'objet de sensibilisation pour les expositions.

#### *La mise en place d'un jury*

Il s'occupe de l'évaluation des expositions (semences, variétés et produits de conservation) et délibère.

## **Champs de diversité**

Pour les CD, la méthodologie emporte:

1. Des enquêtes ou investigations villageoises pour identifier les besoins des paysans (variétés, formation, appui technique): il s'agit de collecter les données générales sur le village, diagnostiquer l'état des ressources phytogénétiques locales du village menacées de perte ou non, savoir les priorités des villageois et avoir leur aval pour la mise en oeuvre des activités en assemblée générale et choisir les 25 membres dont 5 femmes pour les activités CD repartis en 5 sous-groupes dont un secrétaire et un président. Dans des villages il y a un président pour les CD. L'agent joue le rôle de facilitateur et superviseur.
2. La formation des formateurs ou facilitateurs: les agents d'encadrement technique du service de vulgarisation sont les concernés. Elle est réalisée par l'IER/URG, la FAO, l'IPR, ou des consultants commis par la FAO, IER/Programmes recherches impliqués.
3. La mise en place des parcelles d'expérimentation qui comprenaient 6 variétés de la recherche et 6 variétés des paysans de différents villages y compris celles du village abritant le CD et leur suivi selon un protocole.
4. Les séances CD/rencontres hebdomadaires pour les observations sur les plants, les mesures de hauteur des plants, les constats d'attaques et d'évolution de la culture, etc. par les paysans de chaque sous-groupe détenant un cahier d'observation, des machines

à calculer, ruban, loupes pour les mesures, la collecte des données et la moyenne des mesures de hauteur: L'agent transcrit les données sur des fiches d'analyse agro-écosystème qui sont soumises à la coordination nationale pour exploitation et analyse. La journée finit par la formation: échange entre agents pour la compréhension scientifique et paysans pour la compréhension traditionnelle sur le thème technique du jour.

5. Les suivis par les agents de la recherche, des ONG (Fondation pour le Développement au Sahel FDS et l'Encadrement Technique) pour apporter un appui technique, comprendre les difficultés des paysans en matière de technologies, de variétés et échanger sur leur savoir.
6. L'analyse des données collectées et l'élaboration du rapport technique par la coordination Nationale. Au cours de la campagne, les variétés des cultures sont appréciées et classées, avant la récolte, après la récolte et après cuisson et dégustation selon les critères paysans. L'encadrement, de même que la recherche définissent leurs critères. Chaque variété est caractérisée par le paysan en faisant ressortir ces forces et faiblesses.
7. La journée porte ouverte de restitution des résultats pour passer en revue les résultats obtenus, les difficultés et perspectives par les paysans de chaque village CD en présence des partenaires et des autorités technico-politico-administratives des communes qui ont abrité les CD.
8. L'évaluation des CD par un indépendant.
9. Visite d'échange inter CD, participation aux journées porte ouverte de la recherche, visite d'autres paysans de différentes localités pour enrichir les expériences.

## Résultats

### Foires des semences

#### Exposition des variétés

A travers ces foires de semences organisées par l'IER/URG, la FAO et les ONGs (FDS, USC Canada, ACAS Gao) un riche patrimoine végétal a été exposé par les paysans et les paysannes. Plusieurs échantillons de variétés des espèces ciblées par le projet (mil, sorgho, niébé, voandzou) et même d'autres espèces (riz, maïs, blé, orge, pois, gombo, sésame, etc.) et des produits de conservation ont été exposés (Tableau 1).

Tableau 1: Nombre de variétés/écotypes exposées aux foires de semences de 2001 et 2002

ONG/site/ année	Nombre de variétés										
	Mil	Sorgho	Niébé	Voandzou	Blé	Riz	Pois	Orge	Maïs	Gombo	Sésame
FDS/Zura/San (2001)	61	69	68	52							
FDS/Zura/San (2001)	96	95	78	1		13	53		8	1	
USC/Douentza (2001)	102	150	53	27							
USC/Petaka/ Douentza (2001)	115	173	84	59						1	1
ACAS/Gao (2001)	11	38	14	0	2	68	2	2	1		
ACAS/Gao (2001)	14	40	13	0	1	140	1	1	1		

L'examen de ce tableau montre une gamme très variée d'espèces et de variétés locales cultivées exposées par les paysans. A Gao plus d'espèces ont été exposées avec une prédominance du riz "glaberima" attestant de l'importance de cette espèce dans l'alimentation des populations. Plus de variétés ont été exposées en 2001 par rapport à 2000 d'une manière générale dans les

sites. Trois types de sorgho ont été exposés à Gao (mare, décrue et pluvial). Des échanges d'information avec les paysans, il est ressorti qu'ils cultivent plusieurs variétés de caractéristiques différentes pour: satisfaire à des besoins spécifiques (social, culturel et économique) et sécuriser la production d'aliment.

#### *Produits traditionnels de conservation exposés*

C'est seulement à la FDS que plusieurs produits de conservation ont été exposés. Chaque produit est utilisé pour des espèces spécifiques pour une durée de 1 à 20 ans selon les espèces conservées et les produits utilisés. Parmi les produits exposés on note les écorces et feuilles de raisin sauvage, les plantes herbacées, la cendre, les écorces et feuilles de caicédrat, etc.

#### *Echanges des variétés*

Les échanges ont porté sur les échantillons de variétés locales:

mil: 69, maïs: 8, sorgho: 55, niébé: 80, voandzou: 59, riz: 30, gombo: 1, coton: 4

#### **Champs de diversité (quelques résultats)**

##### *Description des variétés existantes des espèces en test dans les villages par les paysans*

Le tableau 2 présente la description des variétés locales dans les villages.

Il existe une diversité intraspécifique au niveau de chaque village abritant les CD. Les paysans ne cultivent pas une seule variété pour des raisons de sécurité alimentaire et préservent les variétés léguées par les aïeux, d'où les durées de possession des différentes variétés toutes espèces confondues allant de 3 à 200 ans. Si les paysans sont en partie rattachés à leur diversité génétique locale, il faut cependant noter un mouvement important d'échange des variétés entre différents villages. Des variétés locales sont introduites du Burkina Faso.

Les caractéristiques positives énumérées par les agriculteurs concernent en majorité le rendement, le goût, la couleur du grain, le cycle précoce à moyen, l'adaptation des variétés aux conditions environnementales, le pilage facile, la transformation, la richesse en farine du grain, l'aptitude à la conservation, la tolérance aux stress parasitaires (striga surtout), opposées aux caractéristiques négatives (le cycle long, la très grande précocité, la sensibilité aux parasites, la verse, l'égrenage spontané du grain, la couleur rouge du "tô", la non-tolérance à la sécheresse. Ces caractéristiques énumérées sont extrêmement importantes pour la sélection des variétés et leur diffusion en milieu rural.

##### *Appréciation, évaluation et classement des variétés par les paysans avant la récolte*

**Les variétés de sorgho:** Les variétés de sorgho ont fait l'objet d'appréciation exclusivement au niveau du village de Boumbolo, en raison de l'échec du test de Diagani.

Les critères importants retenus par les paysans étaient: la germination, la précocité, la résistance à la sécheresse, la résistance au striga, la résistance à la verse, la taille de la plante. L'analyse de la figure 1 fait ressortir les commentaires ci-dessous.

"Nanzambilé" arrive en tête suivi par ordre décroissant d'appréciation de la germination par "Doufounou", "Fambè", "Niognèblé", "Telimani", "Tassoumani", "Niognèfing", "Guégnèfing", "Ensona", "Niomè", "Wèni" et "Dobinou".

Selon le critère précocité "Niognèblé" occupe la première place suivi de "Guégnèfing", "Doufounou", "Niognèfong", "Telimani", "Nanzambilé", "Wèni", "Ensona", "Fambè", "Niomè", "Tassoumani" et "Dobinou".

En matière de résistance à la sécheresse, "Fambè" se classe en tête suivi de "Guégnèfing", "Niognèblé", "Tassoumani", "Telimani", "Dobinou", "Niognèfing", "Doufounou", "Niomè", "Ensona", "Wèni" et "Nanzambilé".

Avec 4,4, "Fambè" se classe en tête par rapport à la résistance à la sécheresse, ensuite viennent "Tassoumani", "Nanzambilé", "Niomè", "Niognèfing", "Wèni", "Niognèblé", "Dobinou", "Guégnèfing", "Doufounou", "Telimani" et "Ensona".

L'appréciation des variétés selon la résistance à la verse fait apparaître "Guégnèfing" comme première suivi de "Niognèblé", "Doufounou", "Niognèfing", "Dobinou", "Telimani",



Tableau 2: Description des variétés locales dans les villages par les paysans

Village	Espèce	Variété	Durée d'introd. (ans)	Origine/ histoire variété	Taux d'adopt. (%)	Caractéristiques positives	Caractéristiques négatives	Expériences sur caract. négatives
Diagani	Sorgho	Guégninblé	35	Tora/ Burkina Fasso	80	Cycle moyen, pilage facile, goût bon, bon vin	Sensible au charbon et au striga	Attaques de charbon
		Guéssékélé	100	Diagani	10	Panicule, moyenne, goût bon	Cycle long	Cycle plus long que Guégninblé
		Sèguètana	100	Diagani	3	Cycle court, résistante au striga	Rendement moyen	
		Guégninfining N°1	15	Bankouna/ Bobos	2	Cycle court à moyen, pilage facile	Couleur noir du tô	La couleur noire du tô rappelle la famine
		Guégninfining N°2	8	Kominè/ Dioro	1	Cycle court	Couleur noir du tô	La couleur noire du tô rappelle la famine
		Guégninfining N°3	17	Kona	2	Panicule grande	Couleur noir du tô	La couleur noire du tô rappelle la famine
		Guégninfining N°4	20	Konsaki/ Fangasso	2	Grain très farineux	Couleur noir du tô	La couleur noire du tô rappelle la famine
	Niébé	Shotelima	10	Diagani	60	Ramifications nombreuses, grosse production,		
		Daholaka shosi	5	Marché de Tènè	20	ramifications moyennes	Sensible à la sécheresse, tardive	Faible production en cas de sécheresse
		Koro ka shosi	4	Diagani/ Salif Traoré	11	Ramifications nombreuses	Développement lent, faible production	
Sadien	Mil	Bouèfouè	> 50	Sadien/ Ancêtres	95	Adaptation, rendement élevé	Sensible au striga	Diminution de rendement
		Niébé	>20	Sadien/ Ancêtres	80	Adaptation, production		
Sokoro	Mil	Bouèfouè	>50	Sokoro/ Ancêtres	95	Adaptation, rendement élevé	Cycle intermédiaire	
Sokoro	Niébé	Wifuwa	>20	Village environnant	40	Adaptation, rendement élevé	Peu tardive	Production nulle en cas d'arrêt précoce des pluies

Tableau 2: Description des variétés locales dans les villages par les paysans (suite)

Village	Espèce	Variété	Durée d'introd. (ans)	Origine/ histoire variété	Taux d'adopt. (%)	Caractéristiques positives	Caractéristiques négatives	Expériences sur caract. négatives
		Wibère	>25	Sokoro/ Ancêtres	75	Précocité, rendement élevé	Peu tardive	Production nulle en cas d'arrêt précoce des pluies
		Wicine	>10	Village voisin	33	Adaptation, rendement élevé	Peu tardive	Production nulle en cas d'arrêt précoce des pluies
Boumbolo	Sorgho	Dissagnossi	20 à 27	Mougnini/ Mandiakuy	90	Précocité, rendement bon, grain attrayant, battage facile, se conserve bien, goût bon	Sensible au charbon, couvert et à la verse	Le charbon couvert est souvent combattu par la pluie et la sélection des semences au champ
		Gnèfing	12	Koya	10	Rendement moyen, se conserve bien, bon goût	Cycle très long	Maturité incomplète en cas d'arrêt des pluies
		Sèguèniou	3 à 7	Burkina Faso		Résistante au striga, battage facile, se conserve bien, bon goût	Cycle très long	Maturité physiologique nulle en cas d'arrêt des pluies
		Gninblé	30 à 50	Bokuy	16 à 20	Rendement bon, belle couleur du grain, se conserve bien, bon goût	Cycle long, sensible à la verse, sensible à l'égrenage spontané	Maturité incomplète en cas d'arrêt des pluies Le buttage diminue la verse
	Niébé	Shodjèma noufima	12	Basora/ Burkina Faso	1 à 3	Bon goût	Faible rendement	Très faible production grainière
		Shodjè	18	Mandiakuy	100	Rendement bon, se conserve bien, bon goût, cycle moyen		
		Dankala-soso	3	Mandiakuy	10	Rendement moyen, se conserve bien, bon goût	Cycle long	Longue durée de récolte

Tableau 2: Description des variétés locales dans les villages par les paysans (suite)

Village	Espèce	Variété	Durée d'introd. (ans)	Origine/ histoire variété	Taux d'adopt. (%)	Caractéristiques positives	Caractéristiques négatives	Expériences sur caract. négatives
Boumbolo	Niébé	Shodjèma Missèma	3	Mandiakuy	3 à 10	Rendement moyen, bon goût	Précocité	Problèmes pendant la récolte (récolte des gousses, séchage etc.)
		Noubilé	4	Konkuy	3 à 7	Rendement moyen	Sensible aux parasites	Attaques des jeunes plants en l'absence de traitements phytosanitaires
Bogoro	Mil	Sanioba	>200	Cultivé dans le village il y a plus 200 ans	60	Tallage bon, résistante à la sécheresse, pilage facile, résistante à l'enherbement, farine blanche, grain très farineux, bon goût du tô	Tardive (150 jours), glumes et glumelles abondantes	Très mauvaise production en année de déficit pluviométrique
		Boni	30	Introduit de l'inter fleuve par Amadou N'Golo Coulibaly	95	Cycle intermédiaire (110-120 jours), glumes et glumelles peu abondantes, résistante au striga, bon rendement (1t/ha), bon goût du tô, pilage difficile	-	-
		Nosinio	20	Introduit de l'inter fleuve par Sidiki Coulibaly, marabout	30	Cycle intermédiaire, glumes et glumelles peu abondantes, résistante au striga et aux oiseaux, toutes talles fertiles, pilage facile	-	-
	Niébé	Bogoro shoba	Très longtemps	Variété cultivée à Bogoro depuis de longue date	93	Variété rampante avec beaucoup de ramification, gousses bien remplies par les grains, se conserve bien, résistante aux attaques de parasites, rendement 500kg/ha	Tardive (150 jours de cycle), cuisson difficile, fructification tardive	Exposée aux effets de la sécheresse entraînant la mauvaise récolte

Tableau 2: Description des variétés locales dans les villages par les paysans (suite)

Village	Espèce	Variété	Durée d'introd. (ans)	Origine/histoire variété	Taux d'adopt. (%)	Caractéristiques positives	Caractéristiques négatives	Expériences sur caract. négatives
Bogoro	Niébé	Bolowulen	Très longtemps	Inconnue	9	Cycle 120 jours, ramification développées, gousses bien remplies de graines, bon goût du repas	Fourrage peu apprécié par les animaux	Chute des fleurs en bonne année de pluies, lignification précoce des plants
		Shotelima	4	Vision Mondiale	37	Précoce (60 à 80 jours), rendement bon en bonne année de pluies	Variété semi-érigé et production de fourrage réduite.	Ne peut pas être cultivée pour le fourrage

“Tassoumani”, “Ensona”, “Fambè”, “Niomè”, “Wèni” et “Nanzambilé”.

“Wèni” se classe en tête concernant l’appréciation de la taille suivi de “Niognèblé”, “Doufounou”, “Guégnèfing”, “Nanzambilé”, “Niognèfing”, “Telimani”, “Dobinou”, “Fambè”, “Tassoumani”, “Niomè” et “Ensona”.

Pour l’appréciation des variétés suivant l’ensemble des 6 critères confondus avant la récolte et par ordre de préférence, la variété “Niognèblé” occupe la première place suivi de “Guégnèfing”, “Fambè”, “Doufounou”, “Niognèfing”, “Tassoumani”, “Telimani”, “Nanzambilé”, “Wèni”, “Dobinou”, “Niomè” et “Ensona”.

Cette analyse démontre clairement que les paysans n’apprécient pas les variétés pour un seul critère d’où leur adoption doit obéir forcément à la satisfaction d’un ensemble de critères importants pour les agriculteurs.

Ceci pouvait expliquer le maintien de plusieurs variétés par les paysans puisqu’une seule variété ne répondrait pas à toutes les caractéristiques désirées par eux.

#### Classement des variétés de mil à partir des résultats de tous les villages avant la récolte:

L’analyse des résultats de tous les critères confondus fait paraître “Djiguifa” en tête suivi de “Bouèfouè Sadien”, “Boni Nougouso”, “Bouèfouè Sokoro”, “Sanioba Diagani”, “Sanioba Bogoro”, “Sanioba Boumbolo”, “CMDT21XICMV88102”, “99-CZ-Synt5”, “ToronioC1X SOSAT”, “Nioukougou x ToroniouC1”, “Indiana05X Bobonio” (Figure 2).

**Les variétés de niébé (village de Boumbolo):** Les critères, le port de la plante, la grosseur de la feuille, la précocité et la ramification ont été retenus par les producteurs pour évaluer, apprécier et classer les variétés de niébé avant le récolte. L’analyse de la figure 3 fait ressortir les commentaires suivants. Concernant le port de la plante par ordre de préférence, “Sangaraka” se classe en tête suivi de “Bolowulen”, “CZ1-94-23-1”, “Cz1-94-23-2”, “K VX30-309-6G”, “Boumbolo”, “Wibéré”, “Wuya”, “CZ11-94-5C”, “Telimani Tiessoko” et “Korobalen”.

Pour les grosseurs de la feuille, “Sangaraka” occupe la première place, ensuite viennent “Bolowulen”, “CZ1-94-23-1”, “K VX30-309-6G”, “Boumbolo”, “CZ1-94-23-2”, “Wibéré”, “CZ-11-94-5C”, “Telimani Tiéssoko”, “Korobalen et Wuya” (“Kanga”).

En précocité, la première place est occupée par “K VX-30-309-6G” suivi de “CZ1-94-23-1”, “Telimani Tiéssoko”, “Bolowulen”, “Boumbolo”, “Korobalen”, “CZ-11-94-5C”, “Sangaraka”, “Wuya” et “Wibéré”.

La ramification est aussi un critère extrêmement important quand on sait que les rameaux participent à la production de fourrage utilisé pour l’alimentation du bétail. Le classement des

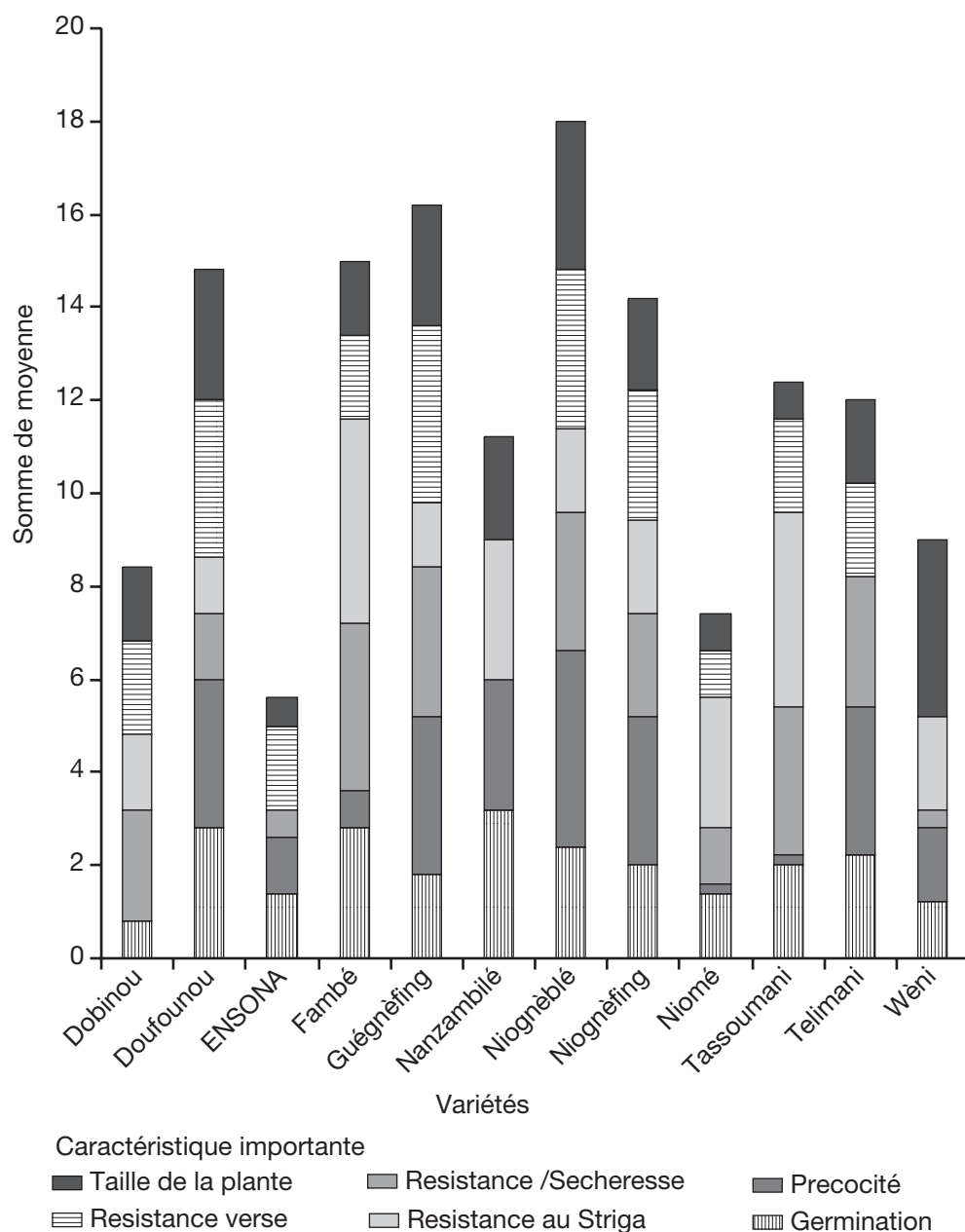


Figure 1: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de sorgho tous critères confondus par les producteurs paysans avant récolte

variétés par rapport à ce critère est le suivant: première "Sangaraka", suivi de "Bolowulen", "CZ1-94-23-1", "CZ1-94-23-2", "K VX30-309-6G", "Wuya", "Wibéré", "Boumbolo", "CZ11-94-5C", "Korobalen" et "Telimani".

Pour tous les critères confondus "Sangaraka" se classe en tête, suivi de "K VX30-309-6G", "CZ1-94-23-1", "Bolowulen", "CZ1-94-23-2", "Boumbolo", "CZ11-94-5C", "Wibéré Sokoro", "Wuya Kanga", "Telimani Tiéssoko" et "Korobalen". Les variétés améliorées ont été bien appréciées au champ par les paysans.

#### *Appréciation, évaluation et classement des variétés par les producteurs après la récolte*

**Les variétés de sorgho à Boumbolo:** Les paramètres évalués pour classer les variétés après récolte étaient: le battage (facilité), la conservation et le rendement en terme de quantité obtenue pour chaque variété.



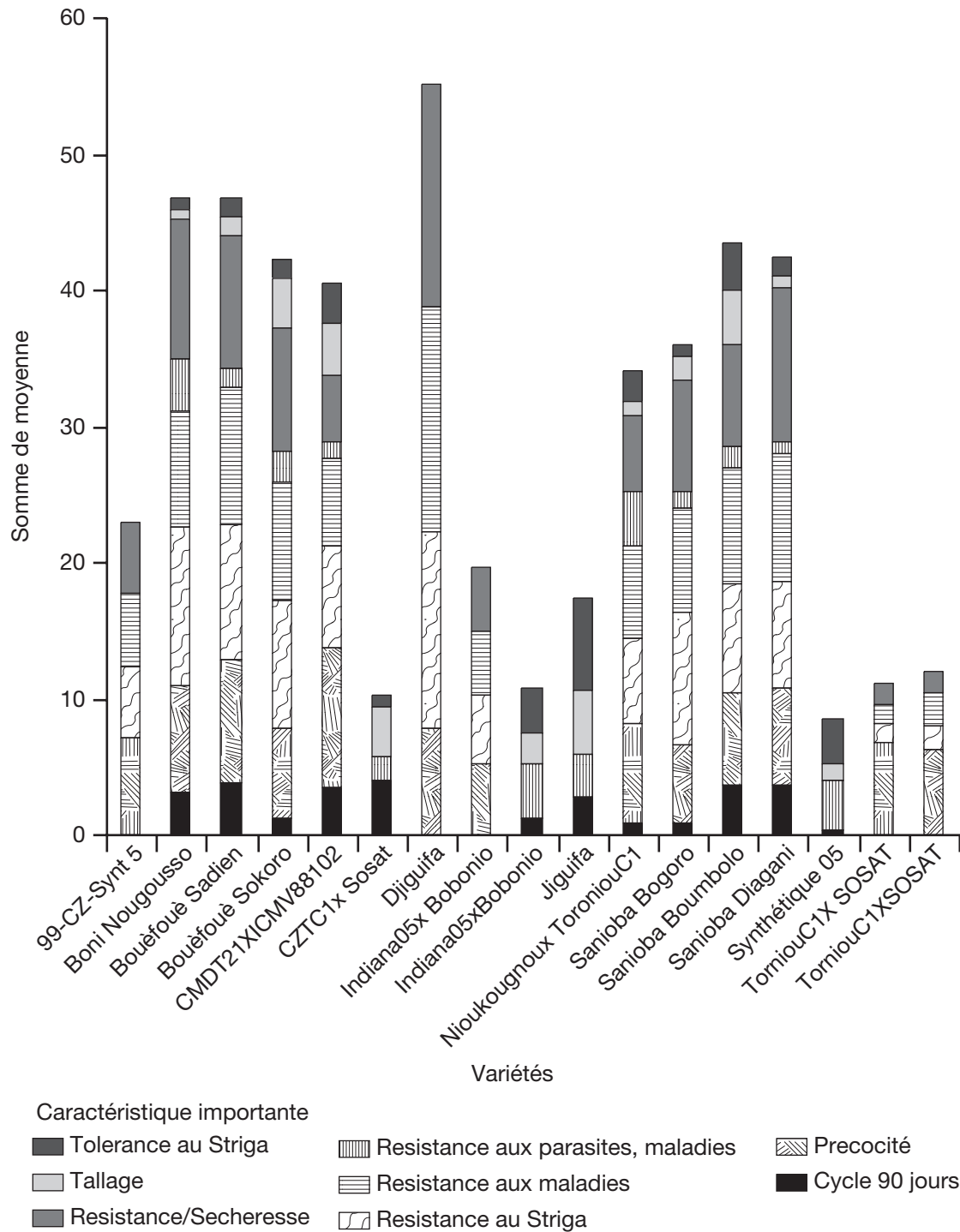


Figure 2: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de mil pour tous les villages avant récolte

L'examen de la figure 4 fait ressortir les commentaires ci-dessous.

“Telimani” se classe en tête en ce qui concerne le battage suivi de “Guégnèfing”, “Doufounou”, “Niognèfing”, “Fambè”, “Nanzambilé”, “Niognèblé”, “Tassoumani”, “Ensona”, “Dobinou Niomè” et “Wèni”.

En matière de conservation, l'analyse des appréciation classe “Guénèfing” en tête suivi de “Tassoumani”, “Ensona”, “Niognèblé”, “Dobinou”, “Nanzamblé”, “Telimani”, “Niomè”, “Doufounou”, “Niognèfing” et “Wèni”.

La première place est occupée par “Nanzambilé” en ce qui concerne le rendement suivi de “Guégnèfing”, “Fambè”, “Telimani”, “Niognèblé”, “Niognèfing”, “Wèni”, “Niomè”,

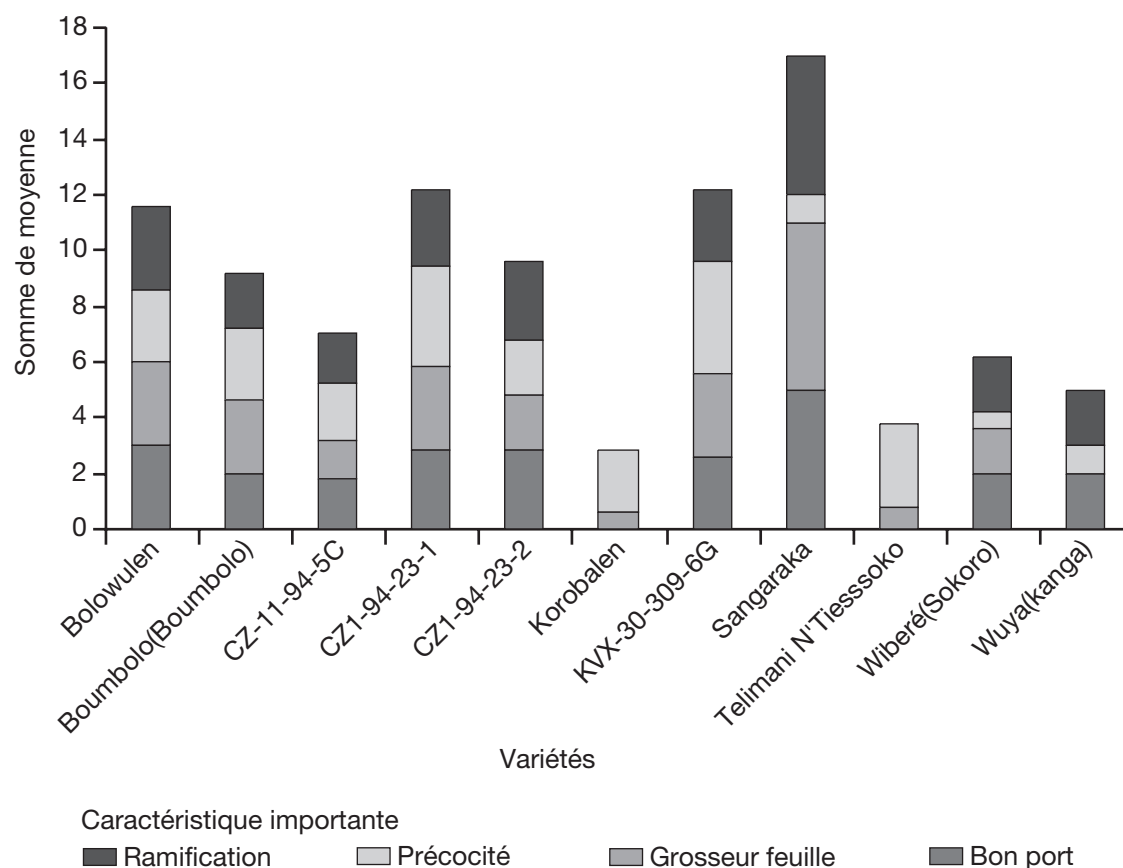


Figure 3: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de niébé à Boumbolo avant récolte

“Doufounou”, “Dobinou” et “Ensona”.

L’appréciation des 3 critères confondus classe “Guégnéfin” en tête suivi de “Fambè”, “Nanzambilé”, “Tassoumani”, “Telimani”, “Niognèblé”, “Doufounou”, “Niognéfin”, “Ensona”, “Dobinou”, “Niomè” et “Wèni”.

La variété classée première à l’issue des appréciations avant récolte occupe la 6ème place et “Fambè” dans les deux cas de figure maintient une position intéressante respectivement 3ème et 2ème. Les appréciations au champ peuvent ne pas correspondre avec celles après récolte. Cependant, elles peuvent avoir un impact, notamment, le rendement peut être affecté par la sensibilité à la sécheresse au striga, par exemple.

#### *Les variétés de mil*

Ce classement est démontré par les résultats de la figure 5. On note à partir des résultats des 3 villages que la variété “Djiguifa” est classée meilleure.

#### *Les variétés de niébé*

Les agriculteurs se sont basés sur la conservation, la couleur du grain, la grosseur du grain, et le rendement pour classer les différentes variétés de niébé. Il apparaît que la production réalisée n’est pas le seul critère pour qu’une variété de niébé attire les paysans (Figure 6).

Suivant le critère conservation, “Cz11-94-5C” se classe en tête suivi de “Cz1-94-23-1”, “K VX-30-309-6G”, “Sangaraka”, “CZ1-94-23-2”, “Bolowulen”, “Boumbolo”, “Korobalen”, “Telimani Tiéssoko”, “Wiberé Sokoro” et “Wuya Kanga”.

Concernant la couleur du grain, la première place est occupée par “Bolowulen”, “Telimani Tiéssoko”, “Boumbolo”, “K VX-30-309-6G”, “Korobalen”, “CZ1-94-23-2”, “Sangaraka”, “Wiberé Sokoro”, “CZ1-94-23-1”, “Wuya” et “CZ11-94-23-5C”. Cette dernière n’a pas du tout été attrayante pour les agriculteurs.

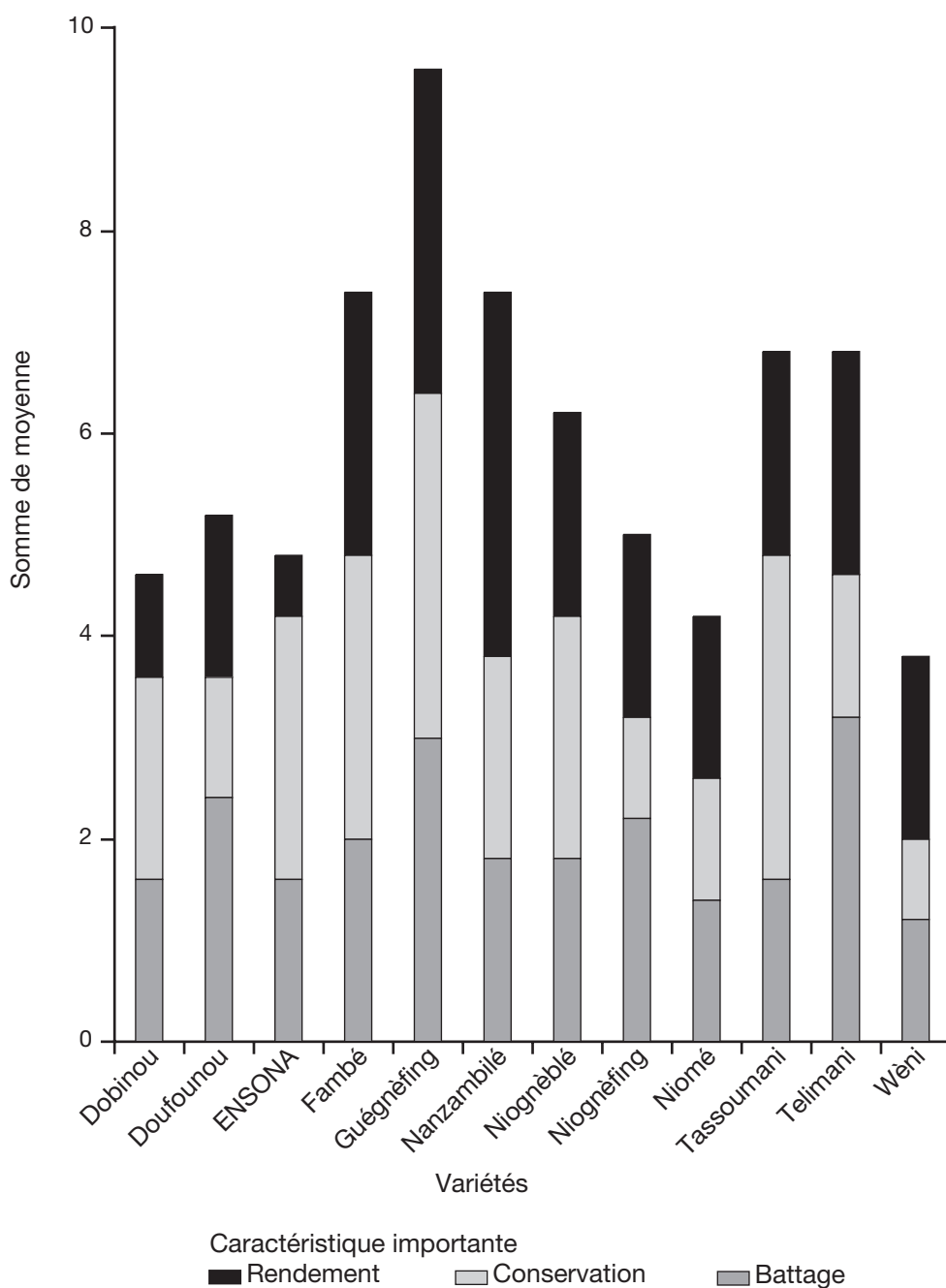


Figure 4: Résultats d'appréciation, évaluation et classement des variétés de sorgho après la récolte

"Sangaraka" se classe en tête pour la grosseur du grain suivi de "Boumbolo", "K VX-30-309-6G", "Boumbolo", "CZ1-94-23-1", "CZ1-94-23-2", "Korobalen", "Telimani Tiéssoko", "Wibère", "Wuya Kanga" et "CZ11-94-5C".

Pour le critère rendement "CZ1-94-23-2" vient en tête suivi de "CZ1-94-23-1", "Korobalen", "Sangaraka", "K VX-30-309-6G", "CZ11-94-5C", "Boumbolo", "Bolowulen", "Telimani Tiéssoko", "Wibère Sokoro" et "Wuya Kanga". Les variétés introduites par la recherche se sont montrées plus productives.

L'analyse des résultats de l'ensemble de tous les critères d'appréciation et d'évaluation classe "Sangaraka" en tête suivi de "CZ1-94-23-2", "K VX-30-309-6G", "CZ1-94-23-1", "Bolowulen", "Korobalen", "Boumbolo", "CZ11-94-5C", "Telimani Tiéssoko", "Wibère Sokoro" et "Wuya Kanga".

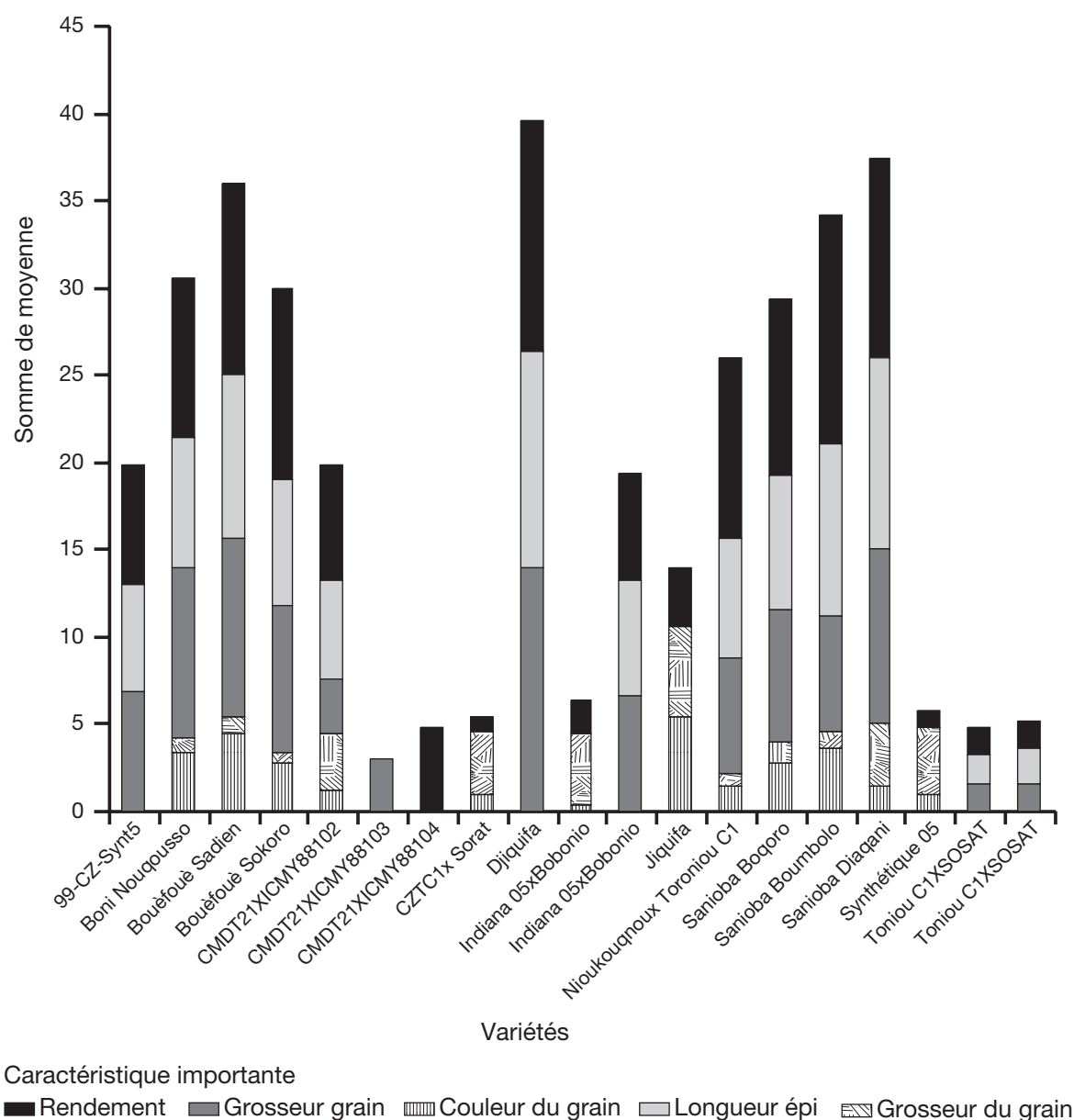


Figure 5: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de mil pour tout les villages après récolte

Ce classement démontre l'intérêt éprouvé par les paysans pour les variétés améliorées de niébé et certaines variétés isolées locales d'où l'objectif de renforcement de la diversité variétale des paysans est en bonne voie de réalisation.

*Appréciation, évaluation et classement des variétés par les paysans suivant le goût après cuisson*

**Les variétés de sorgho au village de Boumbolo:** L'appréciation, l'évaluation des différentes variétés après cuisson a été réalisée selon le critère goût, et des résultats "CZ1-94-23-2", se classe en tête suivi "CZ1-94-23-1", "Wibéré Sokoro", "Telimani Tiéssoko", "CZ11-94-5C", "Sangaraka", "KVX-30-309-6G", "Bolowulen", "Boumbolo" et "Korobalen".

Les variétés introduites des villages et de la recherche conviennent au goût des paysans pour l'essentiel. Elles viennent presque toute avant Boumbolo la locale du village de Boumbolo.

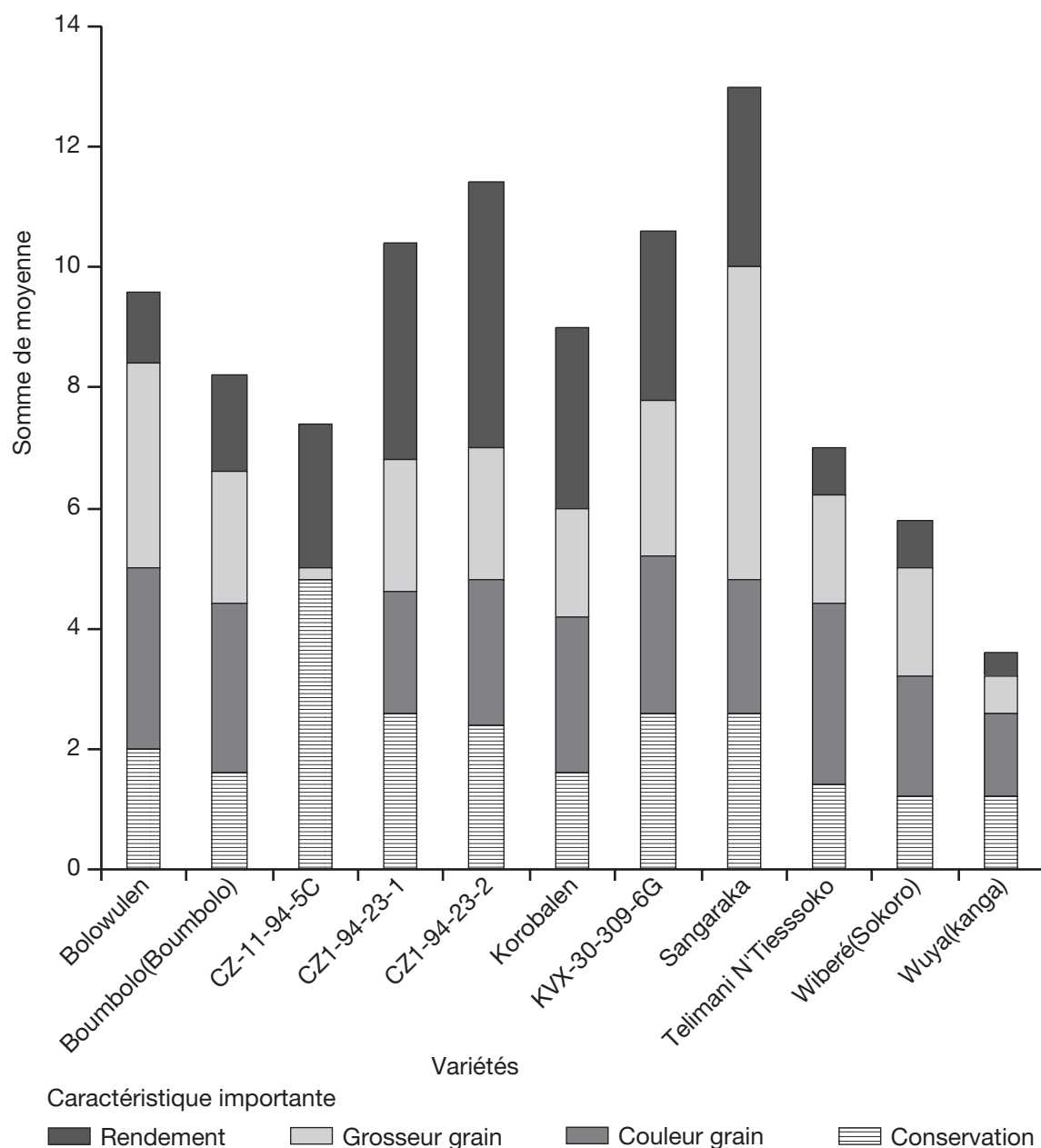


Figure 6: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de niébé à Boumbolo après la récolte

**Les variétés de mil:** La quantité de son, le goût du "tô" et du plat, la couleur du plat et la consistance du "tô" ont été retenus pour évaluer les variétés. "Sanioba Diaganie" et "Boni Nougosso" pour l'ensemble des critères confondus viennent en tête.

**Renforcement des capacités:** Il a porté essentiellement sur la formation de plus de 40 agents, 300 paysans dont 55 femmes en plus des fora.

### Conclusions et perspectives

Les activités de foires et de champs de diversité ont abouti à: une prise de conscience des autorités technico-politico-administratives de l'intérêt de la conservation et de l'utilisation durable des variétés locales: l'établissement d'un partenariat solide entre les paysans, les chercheurs, les développeurs, les agents d'ONG, les institutions internationales (FAO, Bioversity et FIDA) sur les questions de ressources phytogénétiques et des problèmes techniques; l'application progressive des thèmes techniques appris lors des CD sur les parcelles des paysans



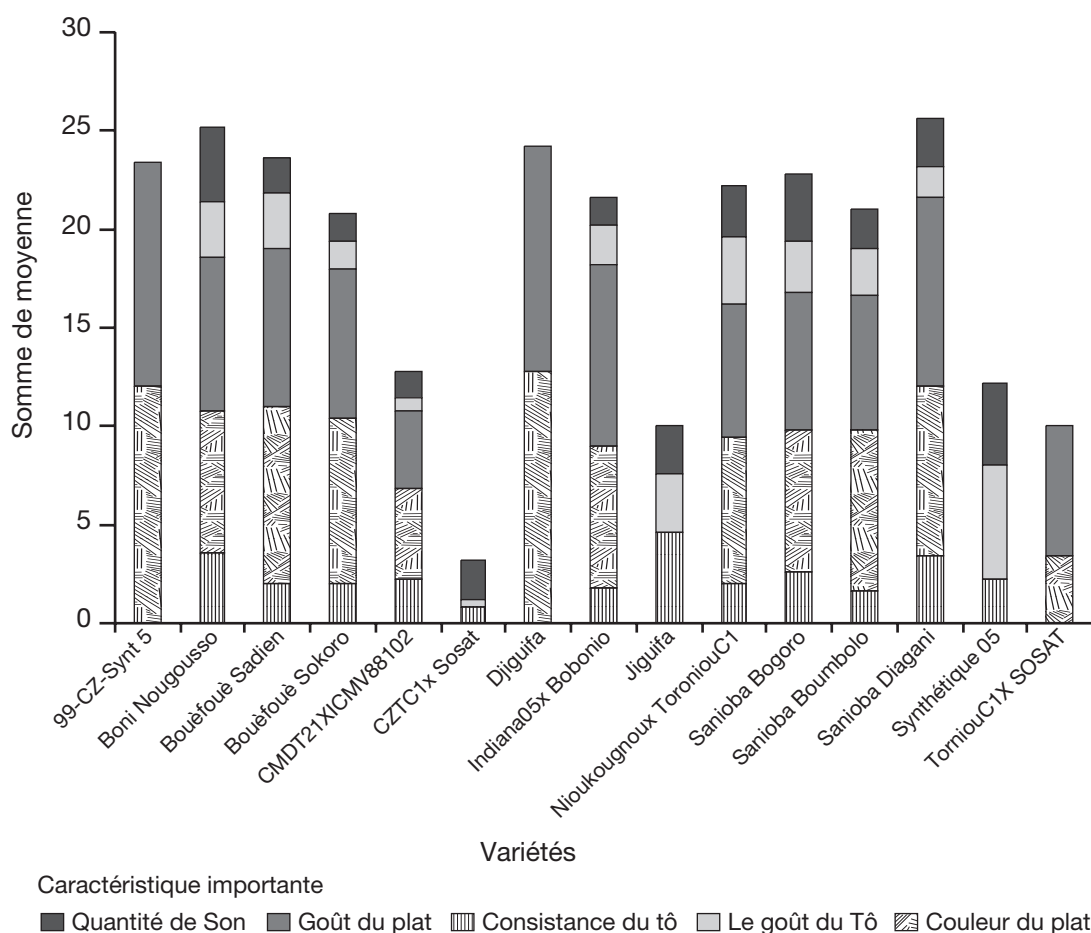


Figure 7: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de mil pour tous les villages à la dégustation

(démariage, fertilisation, production de semences pures); l'adoption des variétés et leur multiplication sur petite superficie en culture pure; l'établissement de banques locales de semences et de gènes dans des villages comme Diagani à l'issue des expériences acquises à partir du projet *in situ*; l'introduction de nouvelles variétés et connaissances traditionnelles de conservation à travers les visites d'échange San-Douentza de deux régions différentes du pays; l'échange des dizaines de variétés, des connaissances et la retrouvaille des variétés locales lors des foires de diversité des semences (variété noire de voandzou par exemple); le développement de l'esprit de confiance chez le paysan; la formation de près de 40 agents du développement de la recherche et du PDR et de plus de 300 paysans dont 60 femmes aux différents thèmes techniques.

Les perspectives concernent:

- la consolidation des acquis et leur extension sur d'autres localités;
- l'implication des collectivités décentralisées (communes) et organisations paysannes, les services techniques et ONG pour tenir compte de l'approche dans leur programme de développement agricole;
- la communication, la formation et l'information du public en général et des autorités en particulier des acquis;
- l'information du public des politiques sur la convention sur la diversité biologique en général et les ressources phylogénétiques en particulier;
- la médiatisation des actions en cours.

## IRD and plant genetic resources activities in West Africa

J-L Pham<sup>1</sup>, G. Bezançon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD) Montpellier, France

<sup>2</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Niamey, Niger

### Abstract

For more than 40 years, IRD plant geneticists have been contributing to the knowledge and conservation of crop genetic resources in West Africa. Their research programmes have evolved over time. IRD geneticists belong to the international scientific community involved in plant genetic resources (PGR) conservation and use. As such, they experience and contribute to the scientific and institutional changes that affect the way PGR are studied, conserved and used.

Genetic resources scientists face a special challenge when studying crop diversity. On the one hand, genome investigation tools increase the potential of diversity analysis at the DNA scale. On the other hand, emphasis given in international fora to *in situ* conservation on-farm, and the needs to strengthen the scientific basis of this conservation approach, lead scientists to address plant diversity no longer as a single research object, but as a component of open and changing agroecosystems.

In this paper, this evolution of research trends by describing the PGR research activities of IRD in West Africa is illustrated. These activities are conducted in partnership with national agricultural research systems (NARS). It includes the development of training and access to modern methods for genetic diversity analysis.

### Introduction

The IRD (Institut de Recherche pour le Développement, formerly ORSTOM) is a French public science and technology research institute under the joint authority of the French ministries in charge of research and overseas development. IRD has three main missions: research, consultancy and training.

It conducts scientific programmes contributing to the sustainable development of the southern countries, with an emphasis on the relationship between man and the environment. Biodiversity, one of the pillars of sustainable development, is a main research target of IRD scientists. PGR, as a key component of food security, has been a lively research field at IRD for more than 40 years.

This paper aims at illustrating the role that IRD is willing to play in the research on plant genetic resources, with emphasis on PGR conservation in West Africa.

### Changes in PGR research

Scientists face a particular challenge when studying genetic resources. On the one hand, they can carry out in-depth diversity analyses by using current molecular investigation tools. The exploration of the genetic diversity of germplasm collections is feasible at a much larger scale now than two decades ago. Plant individuals can be genotyped at dozens of loci; a continuous flow of sequence data makes information on the genome of major crops accessible to the scientific community. Access to adaptive diversity is a new challenge, as association genetics and comparative genomics lead to the discovery and validation of key genes involved in agronomical traits.

On the other hand, emphasis given in international fora to *in situ* conservation on-farm as well as the need to strengthen the scientific basis of this conservation approach lead scientists to address plant diversity not only as a single research object, but also as a component of open and changing agroecosystems. It is, therefore, necessary to describe crop diversity and to understand how its dynamics is affected by farmers' practices and agro-environmental changes.

It would be a mistake to consider only one of these two aspects. There is a conceptual link between the approaches at the agrosystem and the genome levels. Farmers in centres of crop

diversity have been nurturing PGR diversity for centuries, and this diversity has also been evolving under environmental pressures. Having a better knowledge of the impact on genetic diversity of farmers' practices and abiotic and biotic environmental factors will give clues on the value of some genetic resources to identify alleles of agronomical importance. Knowing agronomical genes will also permit a thorough assessment of adaptive diversity in agroecosystems.

### **Trends in PGR research at IRD**

The overall mission of PGR scientists at IRD is to contribute to the sustainable conservation and use of PGR by:

- developing knowledge on the nature, structure and dynamics of crop genetic diversity;
- using this knowledge to develop sound strategies for more efficient *ex situ* and *in situ* conservation.

For more than 40 years, plant geneticists of IRD (formerly ORSTOM) have been contributing to the knowledge on conservation of crop genetic resources in West Africa. Panicum, coffea, rice, okra, yam, and pearl millet were the main target crops (Charrier and Hamon 1991).

The research programmes, however, have evolved over many years. IRD geneticists are members of the international scientific community involved in PGR conservation and use. As such, they experience the scientific and institutional changes that affect the way PGR are studied, conserved and used. Along with many other stakeholders, they are also actors of these changes.

Besides working with national and international research institutions for assembling germplasm collections through numerous missions, genetic resources activities at IRD have always emphasized the need to understand the dynamic processes that underlay genetic diversity of species complexes (see Pernès 1985, for several examples). This approach took a different dimension when *in situ* conservation on-farm of PGR was given priority, particularly by the Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. The work by Louette et al. (1997) on farmers' management of maize landraces in Mexico is one of the first elaborated examples of research work in "evolutionary genetics of crop agroecosystems".

Although this paper emphasizes IRD activities in this research area, several IRD teams also conduct studies on crop genomes and genetic principles of agronomical traits. Sizeable research efforts are, for example, dedicated to the development of genomic resources in rice, palm tree, Coffea, and among other traits, to the analysis of genetic determinants of yellow mottle virus resistance in rice and metabolism chains involved in cup quality in Coffea. These programmes make significant use of genetic resources collections .

### **Pearl millet research**

Pearl millet research is a significant example of the evolution of its PGR research programmes at IRD. IRD scientist first contributed to assembling pearl millet collection by collecting wild and cultivated millets throughout Africa. Using isozyme markers, an assessment was done of the overall structure and diversity of the species complex and landraces (e.g. Tostain 1994). Relationships between wild and cultivated millets were studied (Amoukou and Marchais 1993). Research on weedy millets took a new start with studies on the impact of farmers' practices on pearl millet genetic diversity in Niger (Robert et al. 2004) . Seed flows came out as an important issue when analyzing the genetic structure of traditional pearl millet varieties.

On-going research projects that arose from these studies on pearl millet are relevant to the two research areas mentioned above: i) detection of agronomical genes ii) assessment of the changes in genetic diversity of pearl millet in Niger over the past 25 years in relation to human and environmental factors .

The latter project (ii), conducted in partnership with CIRAD, ICRISAT, INRAN and the University of Niamey, exemplifies how *ex situ* collections can be used to assess the changes in on-farm diversity. Monitoring temporal and spatial changes of agricultural diversity is crucial

to assess the consequences of global change on genetic resources and provide national and international programmes of biological conservation with reliable data. Over the past decades, dramatic human and climatic changes have occurred in Sahelian countries. In Niger, the cultivated area and the human population have doubled in 25 years. Moreover, isohyets 400 mm has moved south by 200 km in the west and by 100 km east of the country. The impact of these changes on genetic diversity and adaptation of pearl millet and sorghum landraces is still unknown.

In this project, *ex situ* collections assembled in 1976 are taken at a reference point on the time line. They are assumed to reflect the diversity present on-farm at the time of the collection (Luong et al. 2005). A comprehensive collection of pearl millet and sorghum landraces was made in 2003 in the same villages that had been sampled in 1976 when germplasm collections had been built. Geographical distribution of varieties was analyzed. Their genetic and agromorphological diversity were evaluated using DNA markers and field trials.

Results are being analyzed. They will provide original figures on the changes, or lack of changes, in the diversity of two major cereals over the past 25 years. Preliminary results showed changes in the geographical distribution of landraces that could be explained by changes in climatic and agronomical constraints (Luong et al. 2005).

### **Yam research**

Assessing the impact of farmers' practices on the dynamics of yam diversity has become a major issue in IRD activities. In Benin (West Africa), an original farmers' practice, named 'ennoblement' or 'domestication' in yams was described (*Dioscorea* sp.). This practice allows the introduction of spontaneous yams, supposedly wild, in cultivated varieties of the "*D. cayenensis-D. rotundata* species complex. Researchers established the genetic nature of the pre-ennobled plants by using molecular markers (Scarcelli et al. in press). The use of wild plants for domestication was confirmed. This study showed that, through domestication, farmers affect the dynamics of the genetic diversity of yam by using sexual reproduction of wild and cultivated yams.

These results have important consequences for conservation strategies. They show that farmers maintain evolutionary processes in this vegetatively-propagated crop. These findings support the need for on-farm conservation of yam genetic resources that suffer a difficult *ex situ* conservation. The results also suggest that on-farm conservation of cultivated yams and *in situ* conservation of its wild relatives should be linked.

### **Partnership in PGR research**

All PGR activities at IRD are conducted in partnership with national research institutions in Africa, Asia or Latin America. These partnerships often benefit from the assistance of the "Support and Training" department of IRD that has designed various forms of support and training for scientific communities in the South. IRD provides competitive individual support, such as PhD grants and for teams.

Access to technological platforms is becoming increasingly important for PGR scientists. While access to laboratory facilities of the IRD centre in Montpellier offers NARS scientists an opportunity to get acquainted with genotyping technologies, it is important to maintain and develop locally accessible facilities. The IRD Genetics Laboratory in Niamey was thus recently equipped, with the aim of becoming the core of a future national laboratory.

### **References**

- Amoukou AI, Marchais L. 1993. Evidence of a partial reproductive barrier between wild and cultivated pearl millet (*Pennisetum glaucum*). *Euphytica* 67:19-26.
- Charrier A, Hamon S. 1991. Germplasm collection, conservation and utilization activities of the Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM\*\*). *Crop Genetic Resources of Africa*. Vol II. N.Q. Ng, P. Perrino, F. Attere, H. Zedan ed., Ibadan, Nigeria, IITA/IBPGR/UNEP/CNR. In: *Proceedings of an International Conference on Crop Genetic Resources of Africa*. pp. 41-52.

- Louette D, Charrier A, Berthaud J. 1997. *In situ* conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Econ Bot* 51: 20-38.
- Luong V, Vigouroux Y, Mariac C, Pham JL, Bezançon G, Luxereau A, Guengant JP, Robert T, Kapran I, Mamoudou A, Gérard B, Sagnard F, Deu M., Chantereau J, Amoukou I. Changes in genetic diversity of Pearl millet and Sorghum in Niger over a 25 year period. *Plant and Animal Genome XIII Conférence*. San Diego. January 15-19, 2005.
- Pernès J. 1985. *Gestion des ressources génétiques des plantes*. Tome 1: Monographies. ACCT, Paris, 212 pp.
- Robert T, Luxereau A, Mariac C, Ali K, Allinne C, Amoukou AI, Bani J, Banoin M, Beidari Y, Bezançon G, Cayeux S, Couturon E, Dedieu V, Gamatche I, Hamidou A, Moussa D, Sadou M, Seydou M, Seyni O, Tidjani M, Sarr A. 2004. *Gestion de la diversité en milieu paysan: Influence de facteurs anthropiques et des flux de gènes sur la variabilité génétique des formes cultivées et spontanées du mil (*Pennisetum glaucum*) dans deux localités du Niger*. In: Bezançon G et Pham JL, éd. *Ressources génétiques des mils en Afrique de l'Ouest. Diversité, conservation et valorisation*. Editions de l'IRD, 2004.
- Scarcelli N, Tostain S, Mariac C, Agbangla C, Daïnou O, Berthaud J, Pham JL. 2004. Genetic nature of spontaneous yams (*Dioscorea* sp.) domesticated by farmers in Benin (West Africa). *Genetic Resources and Crop Evolution*, in press.
- Tostain S. 1994. Isozymic classification of pearl millet (*Pennisetum glaucum*, Poaceae) landraces from Niger (West Africa). *Plant Syst. Evol.* 193:81-93.



## Development of national legislation on conservation, access and benefit sharing of genetic resources in Cameroon

L. Nfor

*Ministry of Environment and Forestry, Yaounde, Cameroon*

### **Abstract**

As one of the biodiversity-rich countries of the Congo Basin and centres of genetic diversity in the sub-Saharan region, Cameroon's rich genetic resources include forest species, wildlife species and crop varieties and are a prime source of international bioprospecting. The incomprehensive legal framework accounts for unsustainable practices in the exploitation of biological resources with negative impact on the livelihoods of local communities, conservation, and the national economy. However, in the attempt to conserve biodiversity and ensure sustainable development, and, in an effort to implement international conventions, Cameroon has developed policy and legislation on conservation with sketchy provisions on access to genetic resources and benefit-sharing, such as the 1994 forestry law and the 1996 framework law on environmental management. The institutional framework and collaborative efforts are geared toward the elaboration of a comprehensive law on access and benefit-sharing (ABS) that takes account of public opinion through consultation, all categories of genetic resources, and such criteria as transparency, accountability, fairness and equity, as well as giving value to intellectual property rights (IPRs) of traditional knowledge and the rights of local people.

### **Introduction**

Cameroon has been considered as one of the biodiversity-rich countries of the Congo Basin, and one of the centres of genetic diversity in the sub-region. Cameroon is also commonly referred to as 'Africa in miniature'. The uniqueness of Cameroon's biodiversity that qualifies it thus is found in the following main ecosystems: the marine and coastal areas, the equatorial humid forest, savannah, mountain, and internal waters.

The genetic species vary from forest species that include timber and non-timber forest species, wildlife species, to crop varieties developed by farmers over the years.

These genetic resources have been exploited and used in pharmaceutical and other industries abroad. Some products of Cameroon's genetic resources have also been processed, transformed, packaged, and tailored for markets in Europe, America and Asia. Though blessed with rich genetic resources and the traditional knowledge about them for research and commercial purposes, a poor ABS system would not contribute to improved local livelihoods, nor create incentives to the conservation of biodiversity. Studies have revealed that Cameroon's genetic resources are increasingly becoming a prime source for international biodiversity prospecting but the legal framework is still insufficient for such initiatives to have a positive impact on the livelihoods of local people, biodiversity conservation and the national economy. Cameroon has, in recent years, experienced unsustainable practices in the exploitation of its biological resources.

### **Government measures**

The Cameroon Government's measures to conserve biodiversity and ensure sustainable development include:

- Signing of the Convention on Biological Diversity (CBD), Rio 1992
- Ratifying the CBD on 29 August 1994
- Developing the National Biodiversity Strategy and Action Plan
- Enacting the 1994 Forestry, Wildlife and Fisheries Laws

- Enacting the 1995 Implementing Decree of 1994 Forestry Law
- Developing the Forestry Policy, and the National Forestry Action Plan, 1995
- Developing the National Environmental Management Plan
- Enacting the 1996 Framework Law on Environmental Management
- Ratifying of the Cartagena Protocol on Biosafety, January 2003
- Enacting of the Biosafety Law, April 2003
- Developing Agricultural Policy.

Despite these measures taken at various levels to control or regulate the activities in the domain of genetic resources, the persistent and unsustainable exploitation of genetic resources in Cameroon necessitates a comprehensive legal framework to ensure proper conservation and sustainable use of the country's rich genetic resources. Even though the existing legal framework makes a few provisions on the ABS system in relation to utilizing genetic resources, there is need for a similar and more elaborate and comprehensive law in Cameroon.

Since the advent of the 1992 Rio Convention on Biological Diversity, Cameroon has been considering the opportunities for developing legislation on ABS while taking some legislative and policy measures to ensure the protection of its rich genetic resources from the unsustainable exploitation that was typical in the post Rio era. Some of these measures are evident through the provisions of the existing legal instruments, such as the 1994 forestry, wildlife and fisheries law and the 1996 framework law on environmental management. Alongside these main texts are some regulatory and policy instruments that guide researchers and persons or corporations seeking access to genetic resources either for research or exploitation for commercial purposes.

However, in spite of the Cameroon government's good intentions and effort in this domain, there has been worry about the un-comprehensive nature of the existing legal framework. Observers think that legislation on genetic resources in Cameroon needs to be developed to govern the procedures under which foreign and national scientists and companies can obtain access to genetic resources and the kind of benefit-sharing expected in return. Such is the position of national legal and technical experts, who, in collaboration with national and international non-governmental organizations (NGOs), realizing the vital need for this legislation, have been working hard to come up with proposals for a comprehensive law on access to genetic resources and their sustainable use, as well as the fair and equitable sharing of benefits resulting from their use.

### ***International conventions and Cameroon legislation on ABS Convention on Biological Diversity (CBD), Rio, 1992***

As some authors put it, the CBD could be seen as "an instrument to promote the equitable exchange, on mutually agreed terms, of access to genetic resources and associated knowledge, in return for finance, technology, and the opportunity to participate in research" (Kerry and Laird 1999). The CBD endorses the sovereign rights of state over their biological resources, and the consequent authority of national governments to determine access to genetic resources. The convention, however, obliges Parties to facilitate access to genetic resources subject to prior informed consent (PIC) and on mutually agreed terms that promote the fair and equitable sharing of benefits. Thus, it strikes a balance between a state's authority to regulate access to genetic resources and its obligation to facilitate it for environmentally sound use by other parties and not to impose restrictions that run counter to the objectives of the convention.

Cameroon attaches a lot of importance to international conventions as indicated in its laws. The 1996 framework law on environmental management requires that exploration and exploitation of genetic resources be done under conditions stipulated by the international conventions relating thereto and duly ratified by Cameroon, especially the Rio Convention of 1992 on biodiversity. This explains why Cameroon was one of the signatories at Rio in 1992, ratified it on 29 August 1994, and has continued to be party to many multilateral environmental agreements (MEA), most of which it has ratified.

Though Cameroon may be slow in implementing some of the requirements of these conventions including those of the CBD, there is a current breeze of reawakening in Cameroon,

mobilizing conservation partners towards formulating measures to implement international conventions especially the requirements of the CBD on the conservation and sustainable use of biological resources as per Articles 6 (a), 9(d), 10(a) & (b), and, 12 (b). Thus, there are some collaborative efforts from the Cameroon Government on one hand, and, national and international NGOs as well as other partners on the other, to putting in place mechanisms to implement these requirements. In the legislative process that barely began a couple of years ago, experts have recommended that, while implementing the objectives of the CBD it is important to integrate its concepts such as, “mutually agreed terms”, “prior informed consent”, the “precautionary principle”, “appropriate access to genetic resources”, “fair and equitable sharing of benefits”, “sustainable use of genetic resources”, “relevant traditional knowledge”, among others, into the national policy and legislation.

### **The Convention of Parties (COPs) to the CBD**

Cameroon has been present in all the COPs to the CBD and has contributed to any international decision on ABS issues. Even in the most recent COP7 held in Kuala Lumpur, Malaysia on 9-20 Feb 2004, Cameroon took note of the items on the agenda relating to ABS, such as the recommendation papers by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN), which concluded that the development of an international regime on ABS since COP6 and its implementation contributes to poverty alleviation and sustainable development; enhances existing rights and regulations for source countries as well as for indigenous and local communities; and, establishes clear and fair provisions for both users and providers of genetic resources.

Thus, during COP7 IUCN recommended that:

“...The regime on ABS should be considered as a complex network of interlocking or related policies, principles, laws, regulations, and other policies and practices.

The regime on ABS should be seen in terms of the substantial components that are already in place, and an examination of those components must consider what gaps exist, and how they will be addressed”.

Cameroon took particular note of IUCN’s recommendation that the COP, in addressing the international regime on ABS, should consider key international issues and the particular needs of national implementations. Cameroon as a developing country has particular needs in training and infrastructural capacity building.

One of IUCN’s most pertinent recommendations that is of interest to Cameroon is the need to “urge parties to ratify the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (PGRFA), integrate food security within the CBD’s agenda and address the relationship of both instruments in dealing with other *ex situ* collection on PGRFA”(IUCN 2004).

### **The Bonn Guidelines**

The Bonn Guidelines cover all genetic resources and associated traditional knowledge, innovations and practices covered by the CBD as well as benefits arising from using them, with the exclusion of human genetic resources.

Some experts in Cameroon suggest that the Bonn Guidelines, though voluntary, may serve as an input in developing and drafting legislative, administrative or policy measures on ABS, following its objectives which are to, inter alia:

- Contribute to the conservation and sustainable use of biological diversity
- Provide Parties and stakeholders with transparent frameworks to facilitate access to genetic resources and ensure fair and equitable sharing of benefits
- Provide guidance to Parties in developing access and benefit sharing regimes
- Provide capacity building to guarantee the effective negotiation and implementation of access and benefit-sharing arrangements, especially to developing countries.

Cameroon has been active in international negotiations on ABS and it hopes to make maximum use of the Bonn Guidelines when drafting the national policy and legal framework on ABS.

### **CITES**

The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) that was adopted in Washington DC on the 3 March 1973 has objectives that include protecting certain endangered species from over exploitation through import and export permit.

Cameroon acceded to CITES on 5 June 1981, and the Convention came into force in the country on 3 September 1981. Apart from the wildlife law that protects certain species, Cameroon needs to fully implement CITES by integrating it into its national law. The Ministry of Environment and Forestry (MINEF) is presently elaborating a legal instrument to this effect (WWF 2004).

### ***The existing legal framework in Cameroon***

There is no comprehensive law on access to genetic resources or on fair and equitable sharing of benefits as required by Article 15 of the CBD in Cameroon. However, Cameroon as party to this convention and, mindful of the need for conservation and sustainable use of its biological resources, has made significant efforts (though not enough) in legislation by enacting in 1994 (not long after the 1992 Rio Summit) of Law No 94/01 of 20 January 1994 to specify legislation on forestry, wildlife and fisheries and Law No 96/12 of 5 August 1996 regulating environmental management in Cameroon.

### **The 1996 Framework Law on Environmental Management**

This law recognizes the need for a system of control of access to genetic resources in Cameroon in Articles 64 (1) (c). According to Article 65 (1) of the 1996 framework law, "Scientific exploration and biological and genetic resource exploitation in Cameroon shall be done under conditions of transparency, and in close collaboration with national research institutions and local communities, and should be profitable to Cameroon. The exploration and exploitation should be done under conditions stipulated by the international conventions relating thereto, duly ratified by Cameroon, especially the Rio Convention of 1992 on Biological Diversity".

The law left the terms and conditions or the contractual relationship between foreign researchers and Cameroonian research institutions to be established by an enabling decree that is not yet in place.

### **The 1994 Forestry, Wildlife and Fisheries Law**

The 1994 forestry, wildlife and fisheries law attempts to address the need to rationalize the forestry sector, conserve and sustain biological resources, increase the contribution of forest resources to develop and improve the lives of local communities and forest dwellers.

Section 12 of the 1994 forestry law thus states that: "The genetic resources of the national heritage shall belong to the State of Cameroon. No person may use them for scientific, commercial or cultural purposes without prior authorization. The economic and financial spin-off resulting from their use shall be subject to the payment to the state of royalties, the rate and conditions of which shall be laid down, to the prorata of the value, by an order of the Minister in charge of Finance upon the proposal of the competent ministers".

### **The Implementing Decree for the Forestry, Wildlife and Fisheries Law**

Decree No 95/531/PM of 23 August 1995 to determine conditions of implementation of forestry regulations, provides<sup>1</sup> that, the management of forest genetic resources shall be the responsibility of the services in charge of forestry, wildlife and environment, with the assistances of services in charge of scientific research. According to this decree, the harvesting of samples of genetic

---

<sup>1</sup> Article 13 (1)



resources for scientific or cultural purposes shall be subject to obtaining an authorization issued by the Minister in Charge of Forestry upon the recommendation by the Minister in Charge of Scientific Research and the prior constitution by the applicant of a reference stock of the resources in the Cameroon National Herbarium<sup>2</sup>.

The Ministry of Scientific and Technical Research is currently preparing a text on the granting of permits for the exploration of genetic resources in Cameroon.

Of particular interest is ecologically fragile areas provided for in Section 17(3) of which forestry, wildlife and fisheries services are called upon to preserve the diversity of biological resources by initiating or participating in setting up *ex situ* units, such as genetic resource banks, seed orchards or nurseries.

On the protection of genetic resources, Section 78 of the 1994 law classifies animal species living in the national territory of Cameroon, for purposes of their protection, into A, B, C according to the order laid down by the Minister in Charge of Wildlife. Following this classification:

- Class A – animals that are totally protected and may on no occasion be killed
- Class B – animals that are protected and may be hunted, captured or killed, subject to grant of permit
- Class C – animals that are partially protected; capture or kill to be regulated by order of the Minister in charge of wildlife.

### **The Finance Law of 1997**

Law No 97/014 of 18 July 1997, bearing the finance law for 1997/1998 fiscal year, fixes the rates of taxes, rights or royalties in the forestry sector. This includes felling (logging) tax, annual forestry royalties and progressive surtax. The 1997 Finance law also fixes the distribution of the annual forestry royalties between the state, the local councils and the riparian village communities. According to this distribution, 50% of the royalties go to the state, 40% to the local council concerned and 10% to the riparian village communities concerned. This is a departure from the old practice whereby all the revenue went to the state coffers.

These are the major texts that make substantial provisions on the exploration and exploitation of Cameroon's genetic resources, but there are other regulatory instruments in the form of decrees, orders, decisions and circulars from the concerned ministerial departments that are also applicable to access and benefit sharing of genetic resources in Cameroon.

### **Other regulatory instruments**

*Applicable regulatory texts that equally govern ABS issues in Cameroon are discussed below:*

The Joint Order No 0001222/MINEFI/MINAT of April 1998, fixing modalities for the use of revenue from forestry exploitation destined to riparian village communities, signed by the Minister of Economy and Finance and the Minister of Territorial Administration. This revenue includes part of the forestry royalties due to these communities and the contribution for the realisation of social work. The joint order makes the said revenue a public fund and its management is supervised by the state.

The National Forestry Policy of Cameroon has the objective of perpetuating and developing the economic, ecological, and social functions of the forest within the framework of an integrated management that ensures an elevated and sustainable conservation and utilisation of genetic resources and the forest eco-systems (WWF 2004).

### **Application of Cameroon Law to ABS**

Though provided for in Articles 12 (1) of the 1994 forestry, fisheries and wildlife law, Article 13 (2) of the 1995 Forestry decree and Article 65 (1), of the 1996 environmental law, no comprehensive benefit-sharing mechanism has been elaborated to implement the legislation in Article 65(2) of the 1996 law that envisages an enabling decree to lay down the terms and

---

<sup>2</sup> Article 13 (2)



conditions under which foreign researchers, Cameroonian research institutions and local communities collaborate. The absence of an ABS regulation on agricultural PGR and farm animal genetic resources in Cameroon has been considered a source for gene piracy.

### **ABS Regime on Timber Products**

In Cameroon the pre-requisite for access to wood products is an approval from MINEF, referred to as “agreement”, and a licence. Decree No 95/531/PM of 23 August 1995 provides for four types of licences, namely:

- The sale of standing volume
- The forest concession
- Exploitation permit
- Personal logging authorization.

This is as far as access is concerned.

For benefit sharing, the distribution of benefits as provided for by the 1997 Finance law is 50% to the state, 40% to the local councils, and 10% to the riparian communities.

### **ABS Regime on Wildlife Products**

Apart from traditional hunting and user rights that are access instruments of their own nature, all other forms of access must be covered by one of the following:

- Wildlife exploitation licences
- Capture permit
- Collection licence
- Hunter guide licence
- Game ranges or game-farming licence
- Cinema camera and photographic hunting permit.

Benefit sharing mechanisms for wildlife are not yet elaborated, the finance law provisions on distribution of benefits is being applied.

### **ABS Regime on Non-timber Forest Products (NTFP)**

Non-timber forest products are not yet properly regulated in Cameroon. However, MINEF is currently working on a text to this effect. Meanwhile, in the absence of this regulation, some NGOs such as WWF-CARPO, WCS, BDCPC/shaman, have developed their own benefit-sharing systems. Also, concerning local communities is Order No 0518/MINEF/CAB of 21 December 2001, signed by MINEF to specify additional communities’ rights to acquire community forests. These are pre-emption rights that fall within the Emergency Action Plan and are aimed at translating the resolutions of the 1999 Yaounde Heads of State Forest Summit. The Yaounde Declaration states in one of the resolutions that local communities should be involved in the management of forest and wildlife resources for their own benefits. The pre-emption rights give the local communities the priority to choose a forest in the locality over “new sales of standing volumes” to logging companies (MINEF 2002).

### ***Government measures to control access and monitor benefit sharing***

These measures are outlined below:

- Cameroon government’s policy on good governance in sustainable biodiversity management
- The Central Forest Control Unit, created by MINEF in 2001 to inspect and monitor the exploitation of forest genetic resources
- Nation-wide anti-poaching campaign to enforce laws and sensitize the public on the need to protect endangered animal species.

Alternative measures to protect endangered species include encouraging people to start poultry, pig and mushroom farming.

### ***Institutional framework and collaborative action***

There are some basic institutional structures for managing Cameroon's genetic resources, such as MINEF, Ministry of Scientific and Technical Research (MINREST), Ministry of Finance and Economy, Ministry of Agriculture (MINAGRI), Ministry of livestock and Fisheries, Ministry of Industries and Commerce, local councils, local communities, Institute for Agricultural Research and Development (IRAD), Limbe Botanic and Zoological Garden (LBZG), and NGOs. There are, however, indications of a common desire by experts, for a national authority with well defined functions to manage ABS. These wishes are expressed through recommendations during meetings and workshops (MINEF 2002).

Various collaborations have been initiated through joint projects and workshops bringing together concerned ministries, such as MINEF, MINRES, MINAGRI and national and international NGOs working to establish methods of implementing the requirements of international conventions, especially the CBD on ABS. Examples of such collaborations are explained below:

- Cameroon as a member of Commonwealth West Africa, is working with the Commonwealth Science Council to develop a sui generis text on ABS.
- The Government of Cameroon and national and international NGOs are working in partnership to develop a comprehensive legal framework on ABS.
- LBZG has teamed up with partners to develop policies on access to genetic resources and equitable sharing of benefits resulting from them.
- The BDCP and Yaounde University have been working to ensure appropriate, fair and equitable ABS measures in the exploitation of *Ancistrocladus korupensis*, a medicinal plant found in the Korup National Park in Cameroon that is said to have potential for curing HIV/AIDS. An American company exploited this plant for study some years back.

### **The Case of the LBZG**

The LBZG, under the tutelage of MINEF, in its endeavour to ensure conservation and sustainable use of genetic resources, has been instrumental on access and benefit sharing matters in Cameroon. Over the years, it has undertaken a policy review and development to implement provisions of the CBD. These developments include amongst others, a policy on ABS. The core policy document draws on LBZG's involvement in, and endorsement of the common policy guidelines, and principles on access to genetic resources and benefit sharing for participating institutions. These common policy guidelines were developed by an international consortium of botanical gardens and research institutions.

LBZG's special interest reflected in agreements is the need to set terms for supply and acquisition of biological materials and associated biological traditional knowledge, and to define terms for collaborative research. Of all its agreements, LBZG's Policy on Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing is a framework document that is relevant to all its interactions. It is the umbrella LBZG/MCBC policy that provides the definitions, objectives, principles, and description of the various policy elements including the range of agreements that guide specific transfers of biological material, associated knowledge and collaborative research relationships. LBZG intends to work with the Government of Cameroon to gain official support for its policy and to further build and implement institutional capacity.

In addition to the agreement on ABS, the LBZG's framework policy document lists the various policy agreements to guide in collaborative encounters with other partners, namely:

- Collaborative research
- Agreements for the supply and acquisition of biological material and associated knowledge, specifically:
  - Agreement on the supply of biological material for non-commercial use
  - Agreement on the supply of duplicate herbarium and other preserved specimen
  - Agreement for the loan of herbarium and other preserved specimen
  - Agreement on conditions for access to LBZG databases
  - Agreement for the acquisition of biological material for non-commercial Use.

Community Agreements: LBZG recommends written or verbal agreements between researchers and institutions conducting fieldwork with or around local communities. LBZG is currently developing its own agreements with local communities on rates and fees, and wider issues on the institution's role in brokering or facilitating and conducting research in Mt Cameroon area.

### **Practical cases of ABS experience in Cameroon**

#### ***Prunus africana***

This is a hard medicinal plant species, commonly known as pygeum, found in some mountainous forest areas in Africa. In Cameroon, this plant grows in the forested areas on the mountain slopes in the North West and the South West provinces. It is a genetic resource used for medicine and wood carving.

In the past, this tree has been sold in the medicine markets in Europe as treatment for benign prostates hyperplasia. This genetic resource is collected around Mount Cameroon and Mount Kupe in the South West Province, and Mount Oku in the North West Province.

Studies show that many tonnes of pygeum bark have been exploited annually from wild populations in Cameroon for export to such countries as Argentina, Brazil, France, Japan, Spain, USA and Venezuela (WWF 1998).

In 1997, MINEF and the Mount Cameroon Project facilitated an Agreement between Plantecam, a French company, and two villages on the slopes of Mt Cameroon to improve sourcing and ensure sustainability in harvesting the bark of pygeum and improve management of the species.

According to the Agreement, Village Prunus Harvesters Union will harvest barks sell them to Plantecam at 209 CFA francs, the price at which Plantecam would sell to traders with special permits. These traders bought the barks from the villagers at 100 CFA francs and sold them to Plantecam for more than 100% profit.

From these arrangements, the villagers realized various benefits, such as the long awaited water project from money paid to the Village Development Fund. Non-monetary benefits included:

- Training: Villagers were trained on sustainable harvesting of the bark of pygeum monitored by Plantecam, Mount Cameroon Project and MINEF staffs. They were also trained in financial accounting and relationship with companies.

Capacity and institutional building included:

- Improved village structures
- Greater awareness of the long term benefits of sustainable bark harvesting
- Capacity to realize benefits locally
- Establishment of institutions, such as the Village Development Fund, Harvesters Union and its Monitoring Committee
- Updating of infrastructure and equipment, such as roads in some remote villages to improve accessibility
- Building of communities halls
- Distribution of cutlasses and climbing gears for use in bark collection.

Benefits from the medicine industries in Cameroon include monetary remuneration, such as advance payments and royalties and non-monetary rewards, such as development of sustainable sourcing industries, technology and training. Local communities in the Mount Cameroon area benefited from increased payment for harvested material training and capacity building, and institutional building from the exploitation of *Prunus africana*, a local genetic resource, in conformity with the provisions of Article 8 (j) of the CBD.

The objective of the CBD on fair and equitable sharing of benefits was, therefore, significantly implemented in the pygeum case, the most important outcome being the creation of incentives for biodiversity conservation and sustainable development over time.

### ***Ancistrocladus korupensis***

*Ancistrocladus korupensis* is a woody climber forest vine found in the tropical forest of Cameroon and Nigeria, said to have the potential to treat HIV/AIDS. It was first collected in Korup National Park in 1987, but it was a forest vine with no reported local use or name. The collectors from the Missouri Botanical Garden under contract did this initial collection from the USA National Cancer Institute (NCI).

In 1990 the NCI identified a promising compound of *Ancistrocladus korupensis*, said to yield the anti-HIV naphthyl-isoquinoline alkaloid Michel amine B. By 1992, the first Agreement on research collaboration was signed between NCI and the University of Yaounde, Cameroon.

The *Ancistrocladus korupensis* case generated a complex debate on ABS and the commercialization of the species, leading to the inclusion of provisions on ABS in the use of genetic resources in the Forestry, Wildlife and Fisheries Law in 1994, and the framework law on environmental management, 1996 (WWF 1998).

The collection of *Ancistrocladus korupensis* involved a cross-section of institutions namely:

- Local communities;
- Cameroon government- MINEF and MINREST being the most directly involved in biological diversity prospecting in Cameroon;
- The University of Yaounde that participated in research on the distribution and cultivation of *Ancistrocladus korupensis* in collaboration with the Missouri Botanical Garden;
- The National Cancer Institute of the USA and Perdue University that was contracted to research on the feasibility of propagation and cultivation of *Ancistrocladus korupensis* at Korup National park.

The *Ancistrocladus korupensis* case raises a range of ABS issues such as the need for:

- A national framework for biodiversity prospecting related issues, including a national ABS strategy for genetic resources, the drafting and effective implementation of ABS measures, as well as the creation of an implementing authority with well defined functions and funding to achieve set objectives;
- The integration of benefits resulting from research and development (R&D) into ABS, as these benefits often contribute to capacity building and technology transfer;
- Non-legislative ABS approaches, such as research agreements, institutional policies and professional scientists code of conduct that outlines researchers' responsibilities to governments, parks, research institutions, and local communities in countries where collection takes place. This need led LBZG to specify its policy on ABS and R&D as discussed earlier (LBZG 2001).

Benefit-sharing in the case of *Ancistrocladus korupensis* grew from R&D including the development of large-scale sustainable supply of raw material and scientific collaboration in natural product research. A benefit-sharing plan or framework for collaboration, however, was never articulated. Despite efforts to create commissions to look into this issue, the Government of Cameroon never signed an agreement covering the collections undertaken in the country by NCI. Meanwhile, research on Michel amine stalled due to emissions of a toxic compound. It is, however, thought that the compound might still be of interest in the future.

### **Perspective**

Experts in Cameroon, through meetings and workshops, have recommended:

- Multi-stakeholder national consultations on ABS to be carried out throughout the country;
- A national strategy on conservation, sustainable development, and scientific capacity-building;
- Development of institutional support to facilitate the consultation and strategy-drafting;
- Development of ABS measures- decree, law, among others;
- Need for any legislation on genetic resources for Cameroon to be comprehensive- (extending to all categories of genetic resources);

- Need for legislators to consider acceptable criteria for law, such as transparency, accountability, expediency, fairness and equity;
- Compliance approaches and measures;
- IPRs of local people.

### **Conclusion**

Cameroon has done much to implement international conventions on the conservation of biological diversity. However, much is yet to be done to put in place policy and legislative instruments that govern and ensure appropriate access to genetic resources and equitable sharing of benefits resulting from their utilization.

### **References**

- ICTSD. 2003. Trading in Knowledge: Development Perspectives on TRIPs, Trade and Sustainability. Bellmann C. et al (eds.), Earthscan UK and USA.
- IUCN. 2004. Policy Recommendation Papers. Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing. Seventh Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on biological Diversity (COP7) Kuala Lumpur, Malaysia.
- Kerry ten K, Laird S. 1999. The Commercial Use of Biodiversity: Access to genetic Resources and Benefit-Sharing. Earthscan UK &USA.
- Lair S, Lisingue E. 1998. Sustainable Harvesting of *Prunus africana*. Benefit-Sharing Between Plantecam and the Village of Mapanja. WWF-CPO Yaounde, Cameroon.
- LBZG. 2001. The Limbe Botanical and Zoological Garden's Policy on Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing. LBZG Limbe, Cameroon.
- MINEF. 2002. "Lettre Verte" No 006, Younde, Cameroon.
- MINEF. A Compendium of Official Instruments on Forest & Wildlife Management in Cameroon.
- Sanchez V, Juma C. (eds.) 1994. Biopiracy: Genetic Resources & International Relations. Environmental Law Policy Series No 4, 1994. ACTS Press Nairobi, Kenya.
- WWF-CARPO. 2004. Report on "Technical Experts Workshop on the Development of Access and benefit-Sharing Legislation For Cameroon". Yaounde, 15-16 January 2004.
- WWF International Discussion Paper. 1998. Measures to Control Access and Promote Benefit-Sharing: A Selection of Case Studies.



## The Genetic Resources Policy Initiative (GRPI): Strengthening capacity to analyse national options

*J. Estrella, M. Halewood*

*Biodiversity International, Rome, Italy*

### **Abstract**

In recent years there has been a dramatic increase in awareness of the significant contribution genetic resources for food and agriculture (GRFA) make to food security, poverty alleviation and environmental sustainability. Unfortunately, this awareness has not come with general agreement on how to regulate the use, control, management and conservation of GRFA. Several factors have contributed to this phenomenon. For example, new technologies to exploit GRFA have been accompanied by controversial claims concerning the ownership, use and safety of new products and processes. Recently empowered stakeholders, for example, farmers, indigenous peoples and consumers, have introduced new concerns and demands in view of novel uses of genetic diversity in industry, pharmacology and agriculture. Meanwhile, the scientific, economic and socio-political data on which policy makers need to base decisions for different regulatory approaches is still relatively sparse and inaccessible.

This paper analyses the experiences of the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI), a project that is supporting capacity building and participatory research to assist institutions and personnel engaged in the development of policies and laws that affect the conservation, use, management and control of GRFA in developing countries. Current activities are being carried out in six pathfinder countries (Egypt, Ethiopia, Nepal, Peru, Vietnam and Zambia), in each of which a national task force is analysing policy-related issues such as access and benefit sharing, intellectual property rights, farmers' empowerment and the implications of using biotechnology, among others. Each GRPI task force comprises a multi-stakeholder, multi-sectoral and multi-disciplinary group of interested individuals who act as the 'governance unit' of the project. This '3M' approach is seen as key to the success of creating and implementing GRFA policy. Effectiveness of the conservation and sustainable use of genetic resources relies to a great extent on the capacity of governments to develop comprehensive policy frameworks based on the principles of consultation, representation and coordination. Application of these principles is seen as key to the success of implementing policy and as a tool to combat food insecurity.

GRPI is also conducting activities at the sub-regional level, that is, West and Central Africa, East Africa and the Andes. A strategy will be presented by GRPI to implement activities in the African sub-regions in collaboration with inter-governmental institutions and countries.

### **Introduction**

In recent years there has been a dramatic and welcome increase in awareness, worldwide, of the critical contribution that genetic resources for food and agriculture (GRFA) make to food security, poverty alleviation and environmental sustainability. However, this increased awareness has not come with general agreement about how the conservation, management, use and control of GRFA should be regulated. One could argue that the opposite is true. A number of factors have contributed to this phenomenon. For example, technologies that facilitate new ways to 'divide-up' and re-deploy GRFA have been accompanied by controversial claims concerning the ownership and use of new products and processes. Newly empowered stakeholders, for example, farmers, indigenous peoples, consumers and governments of small developing countries have introduced new concerns and demands. Local plant varieties and breeds of livestock continue to disappear at alarming rates. Activities associated with the conservation and use of GRFA used to be shrouded in obscurity, and thought to be interesting only to those technical experts directly involved. Currently, as the importance of the activities

is more widely appreciated, how they are regulated has become an important topic, frequently on the front pages of national newspapers. The field is still further complicated by the maturing consensus that crop, forest, livestock, aquatic and microbial genetic resources are so tightly linked within ecosystems that policies affecting the conservation and use of each type of organism cannot be considered in isolation. Meanwhile, the scientific, economic and socio-political data upon which policy-makers need to base decisions about the relative importance of different regulatory approaches is still relatively sparse. Much of what exists frequently does not make it to the desks of relevant policy-makers. Given the complexity of the issues and the range of stakeholders involved – to say nothing of the cash-strapped nature of most government departments – there is a tendency among policy-makers to go their own way, developing policy initiatives that fall within the formal mandate of their departments in relative isolation, with only minimal consultation with other government departments, and even less with universities, private industry, civil society and farmers' organizations. The result, in many countries, is that the government has developed, or is developing, an uneven patchwork of policies and laws that reflect an uncoordinated diversity of sometimes competing priorities. Other countries still do not have any laws or policies developed to address these issues. In light of the uncertainty in the regulatory environment, there is a growing body of evidence that germplasm collections, exchange, conservation and research are being undermined. The field is increasingly politicized, and government bodies mandated to regulate it are increasingly hesitant to take decisions out of fear of widespread public disapproval. Consequently, opportunities to engage in critical agricultural research and to pursue national development priorities are not being fully exploited.

### ***The Genetic Resources Policy Initiative (GRPI)***

GRPI responds to this situation by supporting national and sub-regional inter-institutional capacity building and highly participatory research at the nexus of policy making and science. GRPI is working to design model processes for multi-stakeholder, multi-disciplinary and multi-sectoral cooperation (the "3M approach") in the development of law and policy, as they relate to GRFA. As a first step, in each country and sub-region, GRPI supports the creation of multi-stakeholder governance units (*task forces*) to oversee and participate in subsequent activities. The composition of the task forces, while different in each country, includes as wide as possible a range of representatives from key government departments, private industry, civil society, farmers' groups, universities, parliamentarians, indigenous communities, among others. The task forces are providing oversight of all activities associated with the project, ensuring broad-based participation, providing technical backstopping, and playing an overall harmonizing role. As GRPI's 3M *modus operandi* is to support participatory research involving active engagements and commitment from a wide range of stakeholders, the national and sub regional task forces are critically important.

### ***Phase 1 activities***

In the early stages of the project, the task force is overseeing the execution of a nation-wide survey of:

- Who-is-doing-what in different genetic resources-related sectors;
- What stakeholders think are the most pressing concerns on the conservation, management and use of GRFA from the perspectives of both their own institutions, and for the country;
- What means are currently available to the stakeholders within the country to address those concerns;
- What gaps exist in the current body of individual, institutional and cumulative national research and capacity to analyse and establish policy;
- Which of those gaps do national and sub-regional participants agree need to be addressed as priority to develop appropriate policy frameworks and laws.

The task forces are engaging in a wide range of activities as part of the survey processes, for example:

- Hosting multi-stakeholder awareness raising meetings, conducting focus discussion sessions;
- Developing questionnaires as a tool for individual interviews conducted nationwide by recruited representatives from different stakeholder groups;
- Working with farmers' associations at community levels to develop methodologies for knowledge sharing and information gathering.

The task forces are also identifying and coordinating research on key questions to inform the survey process, such as the analysis of existing policy frameworks and laws, patterns of exchange of GRFA between the country or sub-region concerned and the rest of the world, and the contribution of various technologies to community livelihoods, among other issues. Whenever possible, multi-stakeholder teams approved by the task forces carry out the research. The survey process will culminate in national and sub-regional meetings where participants will:

- Confirm the findings of the survey;
- Identify multi-stakeholder units (*Pods*) to develop work plans and budgets for action research and capacity strengthening activities that will address priority issues identified in the survey;
- Broaden the constitution of the task forces in preparation for their roles in Phase 2.

The survey, background studies and summary of the Phase 1 process will be formally submitted to the governments of the pathfinder countries and to regional inter-governmental bodies of the pilot sub regions.

### **Phase 2 activities**

In the second phase of the project, the task forces will oversee the development, harmonization and quality control of the work plan and budget generated in response to the priorities identified in the survey. They will also pull the elements proposed by the multi-stakeholder pods into a unified and complementary set of activities. GRPI's International Steering Committee will evaluate the task forces' harmonized proposal and, if necessary, make suggestions for alterations to complement other research activities in other GRPI countries. Once the country or sub-regional proposal are approved, the task forces will continue to ensure broad-based participation, provide technical backstopping, and play an overall harmonizing role vis-à-vis the research activities. The final products of the GRPI Project will vary, depending on the priorities identified and the research methodologies pursued. They will include:

- Reports of national and sub-regional surveys;
- Research papers linking sectoral activities, socio-economic analysis, and development goals to various policy options;
- Training materials;
- Strengthened capacity of governments to 'mainstream' interdepartmental coordination and multi-stakeholder consultation concerning GRFA-related policies;
- Drafting national GRFA-related policies and laws;
- A web-based policy information brokerage service (PIBS) that links trainers, researchers and policy-makers to a synthesized compilation of existing technical materials, and that provides a basis for communication and information-sharing among them;
- An established 'institution' or *locus* for coordinating and supporting more such activities in the future.

## National and regional plant genetic resources management

**Overview study on national programmes in West and Central Africa**

*R.S. Vodouhe, E. Achigan Dako*

*Bioversity International<sup>21</sup>, Cotonou, Benin*

**Abstract**

The close relationship between people and plants in West Africa can be seen in the central role that plants play as a source of traditional foods and medicines and as symbols in local cultural practices, religion, folklore and art. Plants are vital for the development of human society. The task of promoting the conservation and use of plant genetic resources (PGR) in West and Central Africa, as well as that of enhancing awareness of their importance and value, is a major one. Unfortunately, National PGR programmes in most countries in West and Central Africa (WCA) are not adequately strong, and lack basic conservation and evaluation facilities, as well as human resources. For most countries in the region, the national research and development systems are in an early stage of evolution, and have limited manpower and financial resources. The component of plant genetic resources conservation (PGRC) within these programmes is even weaker. However, in a few countries, some reasonable investment is being made to redress this.

**Introduction**

Use of plant materials to feed people and animals, to build houses or to cure diseases is known since our ancestors' time. Fruits, seeds or other parts of the plants are harvested. The need for domesticating plant species was quickly recognized and people were specialized in cultivating, multiplying or conserving various plants species. The genetic diversity of a country is maintained and enriched by different groups of people: botanists, geneticists, plant breeders, gene bank curators, foresters and healers or herbalists. All these specialists who contribute to the preservation of the national heritage should meet to share experiences and findings through a national forum or national programme. A "national programme" in genetic resources conservation and use is a network of national institutions and resource persons engaged in conservation, enhancement and use of genetic resources nationally. The partners of the system are playing specific and complementary roles. Unfortunately for many decades, this kind of system has not existed in WCA. The specialists of plant genetic resources did not know each other and met rarely to share experiences and findings. However, over the recent years, there was a significant effort to establish national programmes in many countries of the sub region as a response to the emerging international issues raised by international agreements, such as the Convention on Biological Diversity (CBD), the Biosafety Protocol, and the International Treaty on Plant Genetic Resources (ITPGR). These international agreements need, for their practical implementation, structures or mechanisms, such as national programmes to be achieved. This paper presents an assessment of efforts in establishing national programmes for PGR in WCA.

**Definition of national programme on plant genetic resources**

A "national programme" in genetic resources conservation and use is a network of national institutions, sectors and resource persons engaged in conservation, enhancement and use of genetic resources. The different categories of partners and stakeholder that should be involved in a national PGR programme are:

- **Ministries:** This category includes ministries in charge of agriculture, environment, science and technology, trade, forestry, foreign affairs, culture, energy, and tourism.
- **Sectors:** This category includes sectors related to agriculture, environmental protection,



research and development, farming, education, business, trade, economics, intellectual property, forestry, rural development, and nutrition and health.

- **Institutions:** This category includes national agricultural research centres (NARCs), gene banks, plant breeding stations, managers of protected areas, farmers organizations, agricultural extension services, agricultural credit services, universities and colleges, research institutes, botanical gardens and arboreta, agri-businesses, export promotions agencies, import substitutions agencies, marketing, forestry, and land use planning.
- **Stakeholders:** This category includes farmers, rural communities, plant breeders, biotechnologists, pharmaceutical industry, indigenous communities, traditional communities, scientists and researchers, domestic and foreign non-governmental organizations (NGOs), domestic companies, foreign companies, foresters, extension agents, traders, urban consumers, and rural consumers.

All actors from different areas that are concerned with the conservation and use of plant genetic resources need to coordinate their activities. This allows them to be aware of each other and coordinate all activities to conserve and use PGR among the main stakeholders to realize the full benefit of national investment (Engels et al., 2001).

The CBD and Agenda 21 have stressed the need for national PGR programmes to bring together experiences and knowledge to best use current human, financial and technical resources and maximize efforts countrywide.

There is no ideal model for coordinated national PGR programmes, but the common elements of strategic planning, coordination and communication are likely to apply in all cases.

### ***Purpose and basic functions of a national programme***

The ultimate function of a national programme is the conservation and sustainable use of PGR. To achieve this, the following three basic functions should be performed:

1. Elaboration of policies and strategies to meet the countries' objectives.
2. Coordination of activities within the country and facilitating the participation and cooperation between all stakeholders to promote complementarities of local, national and international efforts, and strategies and plans for the formal and informal, public and private sectors.
3. Provision of a focal point to foster regional and international collaboration (Institution and the National PGR Coordinator).

For many years, the different sectors, partners and stakeholders involved in the conservation and use of PGR in West and Central African countries have not worked together and there is no national coordination unit. This has resulted in fragmented or duplicated efforts and the development of national plans and strategy with conflicting objectives. Recently, there has been a significant effort to establish national programmes in many countries of the sub-region as a response to the emerging international issues raised by international agreements, such as CBD, ITPGR and the Biosafety Protocol. The first steps to establishing national PGR programmes in the sub-region include organizing national workshops on conservation and use of PGR and establishing a national committee for PGR.

### ***National workshops and national committee meetings***

The development of strong national PGR programmes calls for the contributions from all national stakeholders. This commitment is possible when all partners meet to assess the national potential for genetic resources management and the status of existing facilities and human resources for conservation. Priority areas that require intervention should be highlighted and means of coordinating activities indicated at such meetings to avoid duplication and waste of limited resources. Within recent years, many WCA countries have initiated and organized national workshop on PGR conservation and use as a first step toward the creation of a national programme.



### Objectives of national workshops

The main and general objectives aimed by national workshops in the sub-region are:

- To bring together national stakeholders to exchange experiences, capitalize on on-going national activities and identify gaps;
- To establish a national forum or network of all national stakeholders and create a national coordination mechanism.

### Agenda of national workshops

Agenda of national workshops comprise sessions on:

- National vision on PGR
- The status of activities on PGR in the country
- The presentation of scientific papers on activities conducted by scientists from NGOs, research institutions, and universities, among others
- On Bioversity/Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWECA's) vision on the PGR programme
- The elaboration of a constitution for the national programme
- The elaboration of terms of reference (ToRs) for the coordination unit and the coordinator
- The election or nomination of an interim coordinator
- The elaboration of a list of activities for 1 - 2 years.

### Role of GRENEWECA/Bioversity

Bioversity through GRENEWECA plays an important role in organizing national workshops. Bioversity/GRENEWECA provides the following support:

- **Facilitating:** Bioversity and GRENEWECA assist national partners in planning, organizing and holding national workshops.
- **Scientific support:** Bioversity and GRENEWECA scientists take part in the workshop and present papers on PGR management and Bioversity, GRENEWECA and SAFORGEN activities. National workshops offer an opportunity to Bioversity/GRENEWECA/ Sub-Saharan Africa Forest Genetic Resources Programme (SAFORGEN) to present the importance of PGR in health, food and agriculture and economic development to scientists, policy makers and the general public. Major urgent needs for national programmes are discussed with ministers to obtain their commitment to support the use and conservation of PGR.
- **Documentation:** Bioversity publications, e.g. posters are distributed to workshop participants.
- **Financial support:** Bioversity/GRENEWECA provides financial support to national partners to hold the initial national workshops.
- **Public Awareness:** Bioversity/GRENEWECA representatives present the importance of PGR in human life to the media.

### Examples of national workshops

Three examples of national workshops held in WCA are described as follows:

1. *National workshop in Gambia*

- **Date:** 22-23 February 2000
- **Participants:** The workshop brought together participants from the National Research Institute of Gambia, the forestry department, the university, NGOs, and private sector.
- **Outcomes:** The workshop participants reviewed PGR activities in the country, the launching of the national PGR programme, the creation of an interim coordination unit and the raising of awareness among decision makers and the public on the importance of PGR.

2. *National workshop in Chad*

- **Date:** 15-17 March 2000
- **Participants:** The workshop brought together scientists from the Institut Tchadien de

Recherche Agricole pour la Développement (ITRAD) and the University of Ndjamen, NGOs and ministries of agriculture, education and environment.

- *Outcomes:* The main outcomes of this workshop include better knowledge of the importance of PGR, the examination of the state of national PGR, the assessment of the national capacity for PGR management, the creation of national PGR programmes, the drafting of the constitution for national programme, the establishment of an interim coordination unit, and the elaboration of a plan of activities.

### 3. National workshop in Mauritania

- *Date:* 11-15 September 2000
- *Participants:* The workshop brought together scientists from the Centre National de Recherche Agronomique et développement Agricole (CNRADA), University of Nouakchott, Ecole Nationale de Formation et de Vulgarisation Agricoles, Centre de Formation de Boghé, NGOs, ministries of agriculture, education and environment, and the private sector.
- *Outcomes:* The main outcomes of the workshop are better knowledge of the importance of PGR, recommendation on an urgent action for conservation of date palm, establishment of an interim coordination unit, and the appointment of the Ministry of Rural Development and Environment to set up the national coordination committee.

### National committee meetings

Various partners held national committee meetings in Benin, Togo and Senegal to present and discuss their activities:

- In Benin: the national committee held several meetings to elaborate its strategic plan for five years (2002 – 2007) and to adopt the national constitution on PGR.
- In Togo, Ghana and Nigeria, guidelines of strategic action plans were established and national participants are expected to finalize drafts that will be approved by the authorities.

### Where are we today?

#### Different types of national programmes in WCA

Three different types of national programmes exist in WCA, including:

- Centralized type of programmes with national mandate, national gene bank in a PGR centre, and scientists working full time on PGR (Ghana, Nigeria, Mali);
- Decentralized type with national coordination unit, trained scientists in various domains working part time on PGR but no national gene banks (most national programmes in WCA);
- Informal national programmes: No national coordination or gene bank (Most Lusophone countries except Cape Verde and in countries with difficult political situations).

### Assessment of the progress made in developing national programmes for PGR conservation and use in the sub-region

Table 1 shows the progress made by WCA countries in the development of national programmes for PGR conservation and use.

The information provided in this table revealed that in the sub-region, most of the countries (about 83%) organized their national workshop as a first step towards establishing national programmes. National committees for PGR conservation and use have also been established with interim national coordinators during national workshops. However, only few countries (about 21%) have issued a presidential decree to make their national programme functional. Also, only few countries have drawn up a national strategic plan for PGR conservation and use. The most progressive countries of the sub-region in the process of establishing national programmes are Benin, Guinea Conakry, and Senegal for French speaking countries, and Ghana and Nigeria for English speaking countries.

Table 1: Assessment of progress made in developing national programme for pgr conservation and use

Country	National workshop	National committee	Presidential decree for establishment of national programme	Strategic plan
Benin	Held	Exists	Issued	Exists
Burkina Faso	Held	Exists	Not issued	Exists
Cameroon	Held	Exists	Not issued	Exists
Cap Verde	Not held	Does not exist	Not issued	Does not exist
CAR.	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Chad	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Congo	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Côte d'Ivoire	Held	Exists	Not issued	Does not exist
DRC	Not held	Does not exist	Not issued	Does not exist
Equatorial Guinea	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Gabon	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Gambia	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Ghana	Held	Exists	Issued	Exists
Guinea Conakry	Held	Exists	Issued	Does not exist
Guinea Equatorial	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Liberia	Not held	Does not exist	Not issued	Does not exist
Mali	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Mauritania	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Niger	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Nigeria	Held	Exists	Issued	Exists
Sao Tome and Principe	Not held	Does not exist	Not issued	Does not exist
Senegal	Held	Exists	Issued	Exists
Sierra Leone	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Togo	Held	Exists	Not issued	Does not exist

### More commitment on PGR in WCA

Despite this sluggishness in establishing functional national programmes for PGR conservation and use, efforts for more commitments on PGR are evident in some countries.

In Mali, for instance, the PGR section is located in a new building and has recruited more researchers and technicians. The Director General of Institut d'Economie Rurale (IER) has decided to give more support to the national programme on PGR for better management of PGR in Mali.

Directors General of the National Institute of Agricultural Research of Benin (INRAB), Centre National de Recherche Agricole (CNRA) in Côte d'Ivoire, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) and ITRAD have promised to adopt the same approach. There is good will to strengthen national PGR programmes in Chad, Cote d'Ivoire, Guinea and Senegal. The number of researchers working full time on PGR has increased in Benin, Cameroon, Ghana, Mali, Nigeria and Togo. Financial support to the national programme has also increased in Ghana.

Globally the directors of national agricultural research systems (NARS) of WCA are aware of the importance and role of PGR in agriculture, health, food, and economic development in WCA. The West and Central African Council for Agricultural Research and Development/ Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement (WECARD/ CORAF) is supporting GRENEWCA to assist national programmes to achieve their goals.

**Difficulties or constraints encountered**

Although there are concerted efforts to establish national programmes for PGR, resources and coordination, genetic resources conservation systems, and knowledge and information upon which decisions are based are still lacking. There is no long term strategic planning while emerging issues are dealt with on an *ad hoc* basis, leading to a fragmented and often conflicting policy environment.

**Lack of information and documentation systems and necessity of supply of basic conservation facilities to national programmes**

Effective coordination of PGR efforts requires regular communication between stakeholders and conservation facilities. National programmes in WCA are lacking basic conservation facilities, and communication and documentation systems. To strengthen their germplasm conservation capacities and communication facilities, national programmes in Benin, Cameroon, Ghana, Guinea Conakry, Mauritania, Niger, Nigeria and Togo have been provided with computers and conservation facilities through an African Development Bank (AfDB) grant. Bioversity and GRENEWCA organized a training course on PcGRIN and Geographical Information System (GIS) to improve computer skills of national scientists.

**Weakness of the communication mechanisms**

There are few national initiatives to create networks, lower-level committees, task forces, and consortia on PGR. There is need to promote such communication and collaboration.

**Conclusion**

Many WCA countries have responded to emerging international issues by organizing national workshops as a first step towards establishing national PGR programmes. However, these national programmes are not functional in several countries; there are important disparities among countries. A few countries have, on paper, plans and strategies and certain programme activities. However, more governments are committed to the use and conservation of PGR in the sub region.

## Les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Bénin

D. Aly

Centre des Recherches Agricoles du Sud-Niaouli, Attoyon, Bénin

### Résumé

La République du Bénin est située dans la zone intertropicale de l'Afrique Occidentale entre les parallèles 6°30' et 12°30' Nord et les méridiens 1° et 3°40' Est. Elle est limitée au Nord par la République du Niger et le Burkina Faso, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Ouest par la République du Togo et à l'Est par la République Fédérale du Nigeria. Elle couvre une superficie de 112 622 km<sup>2</sup> et se présente comme une mosaïque de zones de basse altitude, de plateaux, de collines et de chaînes montagneuses. La population est de 5.600.000 habitants avec un taux d'accroissement annuel de 3,2 %. La végétation fortement dégradée dans la partie méridionale du pays est subdivisée en cinq (5) grandes zones phytogéographiques: une zone littorale, une zone à affinité guinéo-congolaise, une zone de transition guinéo-soudanienne, une zone soudanienne et la région de Pénésoulou-Bassila (Adjanooun et al, 1989). Ces grands types de végétation correspondent globalement aux différentes zones climatiques et édaphiques du pays. L'agriculture est l'activité dominante et occupe 41 % de la population active totale.

Le Bénin dispose d'une gamme assez variée de ressources phytogénétiques. Elles concernent notamment les essences forestières, dénombrées aussi bien dans les forêts sacrées (*Mansonia altissima*, par exemple), dans les forêts classées (*Azalia africana*, *khaya senegalensis*), que dans les périmètres de reboisement (*Tectoma grandis*, *Anacardium occidentale*, *Acacia auriculiformis*), les plantes fourragères, alimentaires (*Zea mays*, *Vigna unguiculata*, *Manihot esculentus*, *Orizea spp.*, *Digitaria exilis*), médicinales (*Cassia spp.*, *Euphorbia hirta*, *Adansonia digitata*), industrielles (*Elaesi oléifera*, *Gossipium hirsutum*) et stimulantes (*Cola nitia*, *Lippia nutiflora*). Elles sont composées de souches locales et des introductions au sein desquelles se manifeste une grande variabilité. Au niveau de chacune de ces ressources, plusieurs acteurs (chercheurs, universitaires, paysans, développeurs, et ONGs) interviennent pour y mener diverses activités. Ces activités trouvent leur exécution dans les domaines de:

- la prospection et la collecte: plusieurs travaux de prospection et de collecte des espèces ont été réalisés et portent essentiellement sur les plantes alimentaires. Cette collecte n'a pas couvert tout le pays. Plus de 12000 accessions de près de 24 espèces ont été collectées et moins de 5% documentées.
- la caractérisation et l'évaluation: elles portent sur quelques unes des espèces collectées; il s'agit essentiellement du maïs, du niébé, de l'igname, du sorgho, du bananier, du fonio.
- la conservation: deux modes sont largement utilisés; la conservation *in situ* qui implique des réserves naturelles et des domaines classés de l'Etat tels que, les parcs nationaux: 777.050 ha (surtout dans la partie septentrionale), les forêts classées (1.302.863 ha) et sacrées, les réserves botaniques, les zones cynégétiques (580.000 ha) puis au niveau des fermes, des champs, sous forme de culture de case par les paysans et à travers des collections vivantes (semences récalcitrantes); la conservation *ex situ* sous forme de graines, d'épis, de pollen, de paddy dans des structures appropriées telles que les chambres froides ou climatisées, des tubes à essai (*in vitro*), dans les jardins botaniques, et les périmètres de reboisement (4.162 ha).

Ces activités concourent à la conservation et à l'utilisation durable des ressources phytogénétiques du pays. Cependant, le coup de l'érosion génétique frappe durement quelques espèces; certaines ont disparu, d'autres tendent vers la disparition.

Ainsi, dans le souci de maintenir, de gérer et d'utiliser de façon durable les ressources phytogénétiques, des textes réglementaires et législatifs ont été pris, notamment celui créant le comité dénommé « Comité National des Ressources Phytogénétiques » qui comprend cinq



groupes de travail. Cette jeune institution, pour réussir sa mission, a besoin des moyens surtout financiers et l'établissement de liens de collaboration aussi bien avec les institutions nationales, régionales qu'internationales oeuvrant dans le domaine des ressources phylogénétiques.

### **Introduction**

Les Ressources Phylogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture constituent la base biologique de la sécurité alimentaire mondiale et fournissent des moyens de subsistance à tous les habitants de la planète. Elles représentent l'une des principales composantes de la diversité biologique dont la gestion durable reste une grande priorité. Ces ressources sont la matière première la plus importante pour le sélectionneur et l'intrant essentiel pour l'agriculteur. Leur conservation et leur utilisation durable sont donc indispensables pour améliorer la productivité et permettre la durabilité de l'agriculture, contribuant ainsi au développement national, à la sécurité alimentaire et à l'atténuation de la pauvreté.

Le Bénin dispose d'un patrimoine important et varié de ressources phylogénétiques. Elles sont composées de souches locales et des introductions. Conscient de leur importance capitale pour l'alimentation et l'agriculture, en l'occurrence pour la sécurité alimentaire des générations présentes et futures, le Gouvernement béninois a fait engager des actions visant leur gestion et leur utilisation durable. Plusieurs structures étatiques ou non sont impliquées dans la mise en œuvre de ces actions.

### **Quelques traits caractéristiques de la République du Bénin**

La République du Bénin est située dans la zone intertropicale de l'Afrique Occidentale entre les parallèles 6°30' et 12°30' Nord et les méridiens 1° et 3°40' Est. Elle est limitée au Nord par la République du Niger et le Burkina Faso, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Ouest par la République du Togo et à l'Est par la République Fédérale du Nigeria. Elle couvre une superficie de 112 622 km<sup>2</sup> et se présente comme une mosaïque de zones de basse altitude, de plateaux, de collines et de chaînes montagneuses. Sa population est de 5 600 000 habitants avec un taux d'accroissement annuel de 3,2 %.

La végétation fortement dégradée dans la partie méridionale du pays est subdivisée en cinq (5) grandes zones phytogéographiques: une zone littorale, une zone à affinité guinéo-congolaise, une zone de transition guinéo-soudanienne, une zone soudanienne et la région de Pénésoulou-Bassila (Adjanooun et al 1989). Ces grands types de végétation correspondent globalement aux différentes zones climatiques et édaphiques du pays.

L'agriculture est l'activité dominante et occupe 41 % de la population totale active; elle contribue pour 40 % du PIB, procure 70 % des revenus des ménages et constitue 80 % des recettes d'exportation du pays.

### **Gestion de la diversité biologique au Bénin**

Le développement humain durable passe nécessairement par la gestion et la conservation des ressources naturelles en vue d'assurer la satisfaction des besoins vitaux de l'homme tant pour les générations présentes que celles futures. Cette nécessité impose à tous, la gestion et la conservation durable de la diversité biologique qui devient une grande priorité.

C'est dans ce contexte national et international que le Bénin a ratifié en juin 1994, de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD). Ayant pris conscience de l'importance et de l'opportunité de la mise en œuvre de cette Convention, il a mis rapidement en chantier l'élaboration de sa stratégie et de son plan de la conservation des ressources biologiques, en exécution à la recommandation de la première Conférence des Parties sur la Diversité Biologique.

En effet, le Plan d'Action Environnementale (APE) de 1993 fait le diagnostic des questions environnementales et propose une stratégie assortie d'un plan d'action prioritaire pour un développement durable, intégrant la diversité biologique.

La création de l'Agence Béninoise de l'Environnement (ABE) par décret n°95-47 du 20 février 1995 qui traduit la ferme volonté de la mise en œuvre de la politique nationale en matière de l'environnement, l'agenda 21 National approuvé en 1997 qui apporte un appui à la mise en

œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique, ont conduit ou abouti à la mise en œuvre du Projet « Stratégie Nationale et Plan d'Action pour la conservation de la diversité biologique », dont les travaux ont abouti à l'élaboration effective du document intitulé « Stratégie Nationale et Plan d'Action pour la Conservation de la Diversité Biologique du au Bénin » adopté récemment en Conseil des Ministres.

Ce document trace en détail, les orientations stratégiques nécessaires pour la sauvegarde, la gestion et l'utilisation durable des éléments de la diversité biologique au Bénin.

### **Diversité des ressources phytogénétiques**

Le Bénin, dont la flore est estimée à 2500 voire 3200 espèces avec une large distribution phytogéographique, dispose d'une gamme assez variée de ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Celles-ci concernent notamment:

#### **Les ressources forestières**

Le Bénin n'est pas un pays forestier à l'instar de certains pays côtiers voisins (Côte d'Ivoire, Nigeria, Ghana). La forêt couvre seulement 0.4 % du territoire, noyée dans de vastes étendues de savanes variées (40 % environ) et les mangroves sur le littoral. Le domaine classé de l'Etat a été constitué et couvre une superficie de 2 664 075 ha soit 23,7% de la superficie totale du pays. A ces formations naturelles s'ajoutent les plantations de *Tectona grandis* (teck) sur 13 300 ha, *Anacardium occidentale* (anacardier) sur 5 300 ha, *Casuarina equisetifolia* (filao), *Cassia siamea*, *Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus camaldulensis* et d'autres espèces à croissance rapide.

#### **Forêts classées**

Selon les investigations réalisées sur le couvert forestier national en 1980, on compte 46 massifs de forêts classées couvrant une superficie de 1 302 863 ha. Les principales essences de valeur représentées sont: *Azelia africana*, *Antiaris africana*, *Aceiba pentandra*, *Khaya senegalensis*, *Melicia excelsa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Triplochiton scleroxylon* et *Diospyros mespiliformis*.

#### **Forêts sacrées**

On dénombre environ 2 940 forêts sacrées couvrant une superficie totale de 18 360 ha. Les petites forêts sacrées de moins d'un ha représentent 69,4 % du total.

#### **Parcs nationaux, réserves de faunes et périmètres de reboisement**

Le Bénin dispose de deux parcs nationaux couvrant 777 000 ha, de trois zones cynégétiques couvrant 580 000 ha autour des parcs et 7 périmètres (massifs) de reboisement de 4 162 ha .

#### **Ressources fourragères**

Les plantes fourragères renferment une grande variabilité caractérisée par des graminées (*Andropogon* spp., *Brachiaria* spp., *Cynodon* spp., *Panicum* spp. *Rottboellia escalata*), des Fabacées, des Mimosacées, des Ceasalpiniciacées, des Moracées, etc.

#### **Plantes alimentaires**

Elles concernent la plupart des espèces annuelles cultivées dans les zones tropicales. Il s'agit:

- du maïs (*Zea mays*): souches locales collectées et introduites;
- du sorgho (*Sorghum bicolor* L.): souches Guinea, Dura, Candatum et Bicolor;
- du mil (*Pennisetum glaucum*);
- du fonio: *Digitaria exilis* et *Digitaria iburna*;
- du riz (*Oryza* spp): *Oryza sativa*, *Oryza barthii*, *Oryza punctata*, *Oryza glaberrima*, *Oryza longistaminata*;
- du niébé (*Vigna unguiculata*): collection nationale et souches introduites;
- du manioc (*Manihot esculenta*): cultivars locaux et introductions;
- de l'igname (*Dioscorea* spp.): *D. rotundata*, *D. cayensis*, *D. alata*, *D. tumentorum*, *D. bulbifera*, *D. esculanta*.

- du voandzou (*Vouandzea subterranea*);
- de l'arachide (*Arachis hypogea*);
- du soja (*Glycine max*): souches introduites;
- de goussi (Cucurbitaceae): *Lagenaria* spp., *Cucumeropsis* spp. et *Citrillus* spp.;
- de la patate douce (*Ipomea batatas*);
- du taro;
- de bananes et bananes plantins (*Musa* spp.): *Musa acuminata* et *Musa balbisiana*.

### Plantes industrielles

Parmi celles-ci, on peut citer:

- le coton (*Gossypium hirsutum*); la collection compte des variétés avec et sans gossypol, des introductions et de créations;
- Le cocotier (*Coco nucifera*); la collection comporte des plants de GOA (Grand Ouest Africain), des plants de NJM (Nain Jaune de Malaisie et Ghana), des plants de NRC (Nain Rouge du Cameroun) et de NVE (Nain Vert de la Guinée Equatoriale);
- Le palmier à huile (*Elaeis* spp.); la collection est constituée de deux espèces (*Elaeis guineensis* et *Elaeis oleifera* qui renferment une grande variabilité caractérisée par la couleur du fruit, la présence ou non des caroténoïdes dans la pulpe à maturité, l'épaisseur de la coque.

### Plantes médicinales et plantes stimulantes

Plus de 507 espèces ont été recensées pour traiter des infections diverses. On peut citer entre autres plantes médicinales: *Cassia* spp., *Eriosema* spp., *Adansonia digitata*, *Euphorbia hirta*, *Uvaria chamae*, *Cotus spectabilis*, *Crysantellum americanum*, *Desmodium* spp., *Waltheria indica*, etc.

Quant aux plantes stimulantes, il en existe une large gamme. On distingue:

- les plantes stimulantes alimentaires (*Cola nitida*, *Cola acuminata*);
- les plantes stimulantes sexuelles (*Dissotis antenniferia*);
- les plantes stimulantes médicinales (*Waltheria indica*, *Lippia nutiflora*, *Combretum micranthum*, *Uvaria chamae*);
- les plantes stimulantes psychotropes (*Voacanga africana*, *Rauwolfia vomitoria*, *Nicotiana tabacum*, *Datura metal*, *Canabis sativa*, etc.).

### Les plantes potagères

Le Bénin a une diversité de plantes potagères ou maraîchères qui n'ont jamais fait l'objet de prospection. Il est envisagé la prospection et la collecte des légumes traditionnels qui vont démarrer sous peu. Quelques-unes des espèces de ce groupe de plantes figurent dans le lot des collections nationales. On peut citer, notamment:

- le piment (*Capicicum frutescens*): collection composée de variétés locales et des introductions du Sénégal et du Burkina Faso;
- la tomate (*Lycopersicum esculentum*): variétés locales et celles introduites du Sénégal, de l'Algérie, de la Tanzanie;
- le gombo (*Hibiscus esulentus*): variétés locales et variétés introduites du Sénégal;
- l'amarante (*Amaranthus* spp.): variétés locales et variétés introduites de la Tanzanie;
- l'oseille de Guinée ou bissap (*Hibiscus sabdariffa*): variétés locales, sans introduction pour le moment.
- L'oignon (*Allium cepa*): variétés locales et celles introduites du Niger et du Burkina Faso.

Il faut signaler que ces ressources phytogénétiques procurent, une large gamme de produits utilisés pour la médecine traditionnelle, l'agroforesterie, les bois d'œuvre et de feu aussi bien pour l'alimentation humaine que pour l'alimentation animale. Elles sont également utilisées pour les programmes d'amélioration variétale par les chercheurs des instituts de recherche tant nationaux, régionaux qu'internationaux.

### **Activités de gestion des ressources phylogénétiques**

La gestion des ressources phylogénétiques est assurée au Bénin par plusieurs structures étatiques ou non (surtout les ONGs, associations), les institutions de recherche et les paysans.

#### **Séminaires et rencontres de concertation**

Le Bénin a pris part aux diverses rencontres internationales et régionales relatives aux questions des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Il a activement participé aux différentes phases des discussions et négociations portant sur certaines préoccupations des pays en développement, qui ont abouti à l'élaboration et à l'adoption du présent Traité. Le Traité ainsi adopté est en parfaite harmonie avec la Convention sur la Diversité Biologique.

#### **Prospection et collection de germoplasme**

Plus de 12 000 accessions de près de 24 espèces ont été collectées au Bénin. Les travaux de prospection et de collecte des espèces végétales ont commencé depuis plusieurs années (1978) et se poursuivent actuellement. Les premiers travaux de prospection et de collecte ont été organisés par les Unités de Recherche et de Production de la Direction de la Recherche Agronomique (DRA) avec la collaboration des instituts internationaux spécialisés (IITA, IRAT, ORSTOM, IBPGR). Les échantillons collectés sont conservés entièrement par les instituts internationaux (IITA, ORSTOM, ICRISAT, CRI, etc.). Très récemment les activités de prospection et de collecte ont porté sur le fonio, l'igname et le bananier, le vouandzou et le souchet (*Kerstingella geocarpa*); La plus récente est la collecte du fonio avec ses formes sauvage apparentées dans le Nord Bénin assortie d'une documentation des connaissances endogènes.

Il faut noter que plus de 12 000 accessions de près de 24 espèces ont été collectées et moins de 5% documentées.

Notons également que ces activités, non seulement n'ont pas couvert tout le pays, mais aussi n'ont pas pris en compte certaines espèces notamment, les légumineuses à graines (arachide, niébé, pois d'angole, etc.), la pomme de terre et surtout les plantes potagères, etc. Beaucoup de matériels de ces collections ont disparu faute de moyens adéquats de conservation.

#### **Caractérisation et évaluation des ressources phylogénétiques**

Des travaux de caractérisation et d'évaluation ont été réalisés essentiellement sur les plantes alimentaires. L'étude des caractéristiques morphologiques a été réalisée pour certaines spéculations telles que le maïs, le sorgho, le riz, et le mil. Il faut préciser que beaucoup d'efforts ont été déployés pour la caractérisation de l'igname et du manioc. La première espèce a connu toutes les formes de caractérisation les plus avancées tant enzymatique, chromosomique que moléculaire. La deuxième espèce a été caractérisée sur les plans morphologique enzymatique.

Les accessions de la récente collecte de fonio ont fait l'objet d'une caractérisation agromorphologique et cytologique avec l'appui de Bioversity, tandis que des essais de caractérisation enzymatique et moléculaire sont en cours. Pour d'autres (egusi, bananes et plantins), la caractérisation a timidement commencé.

Par contre, pour les essences forestières, fourragères, fruitières, médicinales, stimulantes, la caractérisation et l'évaluation restent à entreprendre.

#### **Conservation des ressources phylogénétiques**

##### ***Conservation in situ***

Les formes les plus rencontrées sont celles qui se font au niveau des domaines protégés: les parcs nationaux, les aires protégées, les forêts classées, les forêts sacrées, les forêts fétiches, les zones cynégétiques et les réserves botaniques. Une autre forme de cette conservation est celle effectuée au niveau des fermes, des champs, par les paysans pour des cultures comme le manioc et l'igname conservés dans le sol. Les jardins de case constituent aussi des approches complémentaires de conservation *in situ* où diverses ressources alimentaires et médicinales sont cultivées en vue d'assurer la sécurité alimentaire ou générer des revenus pour la communauté.



Tableau 1: Matériels génétiques de certaines espèces végétales collectées

Cultures	Nombre d'accessions**	Forme de conservation	Structures chargées de la conservation
Maïs	259	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Riz	300	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Sorgho	136	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Mil	17	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Fonio*	72	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Niébé	300	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Soja	16	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Pois d'angole	-	-	-
Vouandzou*	26	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Arachide	95	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Igname*	342	Collection vivante	CRA-N Ina
Manioc	358	Collection vivante	CRA-SB Niaouli
Palmier à huile	155	Congélateur	Centre de Pobè
Cocotier	2312	Congélateur	Centre de Sèmè- Kpodji
Café	28	Collection vivante	CRA-SB Niaouli
Cacao	66	Collection vivante	CRA-SB Niaouli
Coton*	145	Collection vivante	Centre de Parakou
Bananier*	53	Collection vivante	CRA-SB Niaouli
Tomate*	29	Collection vivante	PCM
Piment*	7	Collection vivante	PCM
Gombo*	6	Collection vivante	PCM
Oignon*	5	Collection vivante	PCM
Amarante*	3	Collection vivante	PCM
Oseille de Guinée* (bissap)	2	Collection vivante	PCM
Egousi*	150	Chambre froide	Chambre froide

\*\* Beaucoup d'accessions ont disparu; \* Nouvelles collections

CRA- SB: Centre de Recherche Agricole Sud Bénin; PCM: Programme Cultures Maraîchères; CRA-N: Centre de Recherche Agricole Nord

Source: CRA-SB, Bioversity



Figure 1: Mode de conservation de fonio à Boko (Nord Bénin)



Tableau 2: Point des travaux de caractérisation, d'évaluation et de documentation

Cultures	Caractérisation	Evaluation	Documentation
Maïs	Mo—	+	+
Riz	Mo	+	+
Fonio	Mo, Cy, Ez	-	+
Egusi	Mo		+
Igname	Mo, MI, Ez	+	+
Manioc	Mo, Ez	+	+
Niébé	Mo	+	+
Vouandzou	Mo	+	+
Coton	Mo	+	+
Palmier à huile	Mo	+	+
Cocotier	Mo	+	+
Bananier	Mo	+	+
Patate douce	Mo	+	+

+: tentative d'évaluation et de documentation

-: quelque peu négligé ou au début

Mo: morphologie MI: moléculaire Ez: enzymatique

### Conservation ex situ

Elle vient compléter à la conservation *in situ*.

Les principales structures impliquées sont les centres nationaux de recherche et de formation. Deux centres régionaux de recherche (Niaouli et Ina) disposent de chambres froides de 30 m<sup>3</sup> destinées aux programmes de sélection, à la collection active et aux semences de pré-base. Deux autres stations au Sud (Sèmè-Kpodji et Pobè) s'intéressent aux accessions de palmier à huile et de cocotier conservées sous forme de grains de pollen eu égard à leur mandat. L'Université d'Abomey Calavi dispose d'un laboratoire équipé (Laboratoire de Génétique) dans lequel est réalisée la conservation *in vitro*.

La domestication de certaines cultures notamment l'igname est réalisée avec les paysans dans la zone septentrionale du pays.

Des guérisseurs tradithérapeutes, des vendeurs de plantes ornementales et médicinales, des collectionneurs, des associations oeuvrant dans le domaine de la conservation de la biodiversité possèdent à titre personnel, des collections importantes d'espèces végétales entretenues sur de petites superficies. Ces espèces sont pour la plupart très utiles, mais l'aire de répartition se rétrécit de plus en plus.



Figure 2: Collection nationale de manioc



Figure 3: Chambre froide du CRA-SB, Niaouli

### Documentation des ressources phylogénétiques

La documentation des ressources phylogénétiques demeure un élément assez important, car son absence porte une entorse à leur gestion. Elle est intimement liée aux activités précitées et joue un grand rôle dans le partage de l'information.

Cette documentation existe au Bénin au niveau sectoriel sans mesure de centralisation. Elle mérite une amélioration pour la rendre efficace à travers la formation du personnel qui s'en occupe et l'utilisation des logiciels appropriés. Moins de 5 % des accessions collectées sont documentées.



Photo 4: Conservation de la collection nationale de bananier au CRA-SB Niaouli



Photo 5: Conservation de la collection nationale des clones de café au CRA-SB Niaouli

### Causes de la perte de la diversité phylogénétiques

L'état de perte de la diversité phylogénétiques provient de plusieurs sources dont la première reste l'homme qui détruit leur habitat à la faveur des activités incontrôlées et consommatrices de l'espace comme l'agriculture, l'élevage, l'exploitation forestière anarchique. Ainsi, les souches sauvages des plantes disparaissent au fur et à mesure que le développement détruit leur habitat.

Au Bénin, aucun inventaire n'est réalisé pour mesurer le taux de perte des ressources phylogénétiques enregistré. L'inexistence de système de gestion adéquate et de documentation appropriée ont conduit à la perte de plusieurs introductions et accessions collectées. Il faut éviter à tout prix cette érosion génétique qui risque d'engendrer d'énormes problèmes sociaux aux générations présentes et futures.

### Les acteurs de la gestion des ressources phylogénétiques

Au Bénin une panoplie d'acteurs interviennent dans la gestion des ressources phylogénétiques. Ils peuvent se subdiviser en deux groupes: il s'agit des acteurs des structures étatiques et ceux des structures non étatiques (ONG, association de développement, communautés villageoise).

Les premiers s'occupent des activités de recherche (régénération du matériel, caractérisation, évaluation, etc.), de prospection, de conservation avec ou sans les agriculteurs. Les derniers luttent pour la sauvegarde des ressources naturelles. Ils sont traditionnellement organisés pour la gestion des ressources biologiques de leur terroir. Ils attachent à ces ressources beaucoup de rites et d'interdits qui concourent à la sauvegarde de leur environnement: cas des forêts sacrées dans les milieux Nagot (forêts du culte "Oro"), forêts fétiches dans les milieux Fon, Bariba, Yom, etc.

### Politique nationale et programmes

Dans le cadre du développement de stratégie de conservation appropriée pour une utilisation durable des ressources phylogénétiques, des dispositions institutionnelles et réglementaires sont prises.

Au nombre des textes législatifs et réglementaires, il faut citer:

- la loi n° 87-014 du 21 septembre 1987 portant réglementation de la protection de la nature et de l'exercice de la chasse en République Populaire du Bénin;
- la loi n° 93-009 du 02 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin;
- la loi n° 98-030 du 12 février 1999 portant loi cadre sur l'environnement en République du Bénin;
- la loi n° 87-014 du 21 septembre 1987 portant réglementation de la vaine capture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance;
- le décret n° 82-835 portant interdiction des feux de brousses et incendies de plantation;
- le décret n° 83-205 du 31 mars 1983 portant adhésion de la République Populaire du Bénin à la Convention de Washington sur le commerce internationale des espèces sauvages de flore et de faune menacées d'extinction;
- le décret n° 094-64 du 21 mars 1994 portant classement du Parc National de la Pendjari en Réserve de la Biosphère;
- le décret n° 95-47 du 20 février 1995 portant création, attributions et fonctionnement de l'Agence Béninoise pour l'Environnement;
- le Décret n°2002-099 du 04 mars 2002, portant création, composition, attributions, fonctionnement du Comité National des Ressources Phytogénétiques.

Le Comité National des Ressources Phytogénétique a pour mission, entre autres, de définir une politique et un programme national visant à préserver et à garantir l'utilisation durable des ressources phytogénétiques. Il est composé des structures impliquées dans les questions de ressources phytogénétiques et comprend cinq (5) groupes de travail à savoir:

- le groupe de travail des plantes alimentaires et fruitières;
- le groupe de travail des plantes industrielles;
- le groupe de travail des essences forestières;
- le groupe de travail des plantes médicinales et stimulantes;
- le groupe de travail des plantes fourragères.

Le processus de mis en place de ce comité pour qu'il devienne effectivement fonctionnel est en cours.

### **Contraintes et problèmes**

Les contraintes et problèmes liés à la gestion des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture sont multiples et multiformes; ils sont notamment:

- l'érosion des ressources phytogénétiques;
- la faible connaissance du matériel existant;
- les difficultés de conservation et de stockage;
- le manque de législation appropriée;
- le faible capacité du Comité National des Ressources Phytogénétiques;
- le manque d'un système de documentation organisé et structuré.

### **Perspectives**

Les perspectives sont:

- l'élaboration d'une politique nationale en matière de gestion des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- la réhabilitation de la chambre froide du point focal des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- l'élaboration et mise en œuvre d'un programme national de gestion des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- le soutien matériel et financier du programme national des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- la formation des personnes impliquées dans la gestion des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;

- l'établissement d'un partenariat institutionnel entre le CNRPG et les autres institutions de recherche du domaine des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- la mise en fonction de l'armoire frigorifique installée à Cana en vue de la conservation des souches pour une durée moyenne de 5 à 10 ans.

### **Conclusion**

La richesse du patrimoine béninois en matière des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture est sans doute incontestable. Mais force est de constater que ces ressources bénéficient peu d'attention au point où le perte s'agrandit sans cesse. Cette situation devrait faire prendre conscience à tous les niveaux afin que les textes régissant la gestion de la diversité biologique soient effectivement appliqués pour garantir les éléments de cette diversité aux générations présentes et futures. Il est également urgent que les autorités mettent à disposition de moyens nécessaires pour accompagner les actions décrétées pour la sauvegarde des ressources naturelles.

### **Références**

Adjanohoun E J, Adjakidjè V, Ahyi MRA, Aké Assi L, Akoegninou A, D'almeida J, Akpovo F, Bouke K, Chadare M, Cusset G, Dramane K, Eyme J, Gassita J-N, Gbaguidi N, Goudoté E, Guinko S, Hougnon P, Issa LO, Keita A, Kiniffo HV, Kone-bamba D, Musampa Nseyya A, Saadou M, Sogodandji Th, de Souza S, Tchabi A, Zinsou Dossa C, Zohoun Th. 1989. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin. ACCT, 895 pp.



## National Plant Genetic Resources Programmes in West and Central Africa: Ghana case

S.O. Bennett-Lartey

CSIR Plant Genetic Resources Centre (PGRC), Bunso, Ghana

### Abstract

Ghana is situated along the Gulf of Guinea in West Africa between latitudes 4°44' and 11°11'N and longitudes 01° 12' and 03°11'W. Biodiversity management is the mandate of the Ministry of Environment and Science (MES) and is implemented through a National Biodiversity Committee by various ministries, local communities, non-governmental organizations (NGOs), community-based organizations (CBOs) and private sector institutions. The country has had a national plant genetic resources (PGR) programme since 1964. The institutions involved in the programme include: Crops Research Institute (CRI), Savannah Agricultural Research Institute (SARI), Forestry Research Institute of Ghana (FORIG), Cocoa Research Institute of Ghana (CRIG), Oil Palm Research Institute (OPRI) and the universities. PGR activities in the country are coordinated by the Plant Genetic Resources Centre (PGRC) that has a national mandate for PGR. There are facilities to sustain the PGR programme in the country. These include cold storage facilities for the conservation of orthodox seeds at -20°C (long term) and 5°C (short term and working collections). Field genebanks are also available for the conservation of tree crops, timber species, medicinal plants and vegetatively propagated crops. Plants are also conserved *in situ* in forest reserves, protected areas, home gardens and on-farm. Other activities carried out by the national programme are characterization, evaluation and utilization of the plant genetic resources for food and agriculture (PGRFA) to produce improved planting materials. Documentation occurs at various stages of the PGR work starting from germplasm collecting to conservation. Documentation is computerized. A Global Plan of Action (GPA) database of key stakeholders, their projects, publications and cultivars released have been compiled and these will eventually be captured on the website. Though Ghana has signed several international legislations on PGR, it does not, as yet, have in place national policies and legislation.

### Background information on Ghana

Ghana is situated in the centre of the countries along the Gulf of Guinea in West Africa. The country has an area of 238,530 square kilometres and lies between latitudes 4°44' and 11°11'N and longitudes 01°12' and 03°11'W. Administratively, Ghana is divided into ten regions. The population of Ghana is about 18 million (2000) with a growth rate average of 3.3% per annum.

There are six main agro-ecological zones defined on the basis of climate, reflected by the natural vegetation and influenced by the soils. These are rain forests, deciduous forests, transitional zone, coastal savannah, Guinea savannah and Sudan savannah zones.

### Biodiversity management

#### Biodiversity management at national level

Ghana signed and ratified the Convention on Biological Diversity (CBD) since 1992. Ghana is, therefore, under obligation to develop a national strategy for the sustainable use of the country's biological resources. The Ministry of Environment and Science has the mandate for biodiversity management. The ministry has drawn up a National Biodiversity Strategy for Ghana. The funding of the implementation of the strategy is through the National Biodiversity Committee. Implementing agencies include organizations under the various ministries, local communities, NGOs, CBOs and private sector institutions.



### ***Plant genetic resources management***

Ghana has a national PGR programme. The main institution with the mandate of coordination of conservation activities of PGR is the Plant Genetic Resources Centre, Bunso (PGRC) that was established in 1964 as a division of the Crops Research Institute of the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). It developed over the years until it attained a semi-autonomous status of a centre in 1994.

There are several major stakeholders in the management of Ghana's PGR. In November 2002 PGR stakeholders met to draw up a five-year strategic plan to guide PGR activities in the country. The strategic plan will guide the operations of the PGR community from 2004 to 2008. The PGRC was identified to play a pivotal role in coordinating PGR activities nationally to ensure that acceptable standards are maintained by all institutions engaged in PGR activities.

The following institutions were identified as major PGR stakeholders within and outside the CSIR with whom the PGRC has very good working relationships:

#### **Savannah Agricultural Research Institute (SARI), Nyankpala**

SARI is mandated to carry out agricultural research on food and fibre crops farmed in northern Ghana to improve agricultural productivity and promote security in the area. The institute has a high-quality cold room (70 cubic metres) and a seed processing facility. There is a seed laboratory that needs to be properly equipped. SARI maintains a working collection of cowpea, soyabean, groundnut, pigeon pea and Bambara groundnut. It also keeps field gene banks of yams, cassava, Frafra potato and cotton. Most of these collections include landraces and exotic materials.

#### **Forestry Research Institute of Ghana (FORIG) Kumasi**

The mandate of the institute is to conduct research in forest management, utilization and development to enhance sustainable use of forest resources. The institute maintains several arboreta of mainly exotic species across the country. The most outstanding arboretum maintained by FORIG is located in Bobiri.

The Bobiri forest and butterfly sanctuary are located in Kubease in the Ashanti regions. It is a protected area of 54.5 sq km of semi-deciduous tropical rain forest with many local forestry species and over 500 spp. of butterflies. It has recently been designated as an ecotourism site. This forest reserve is used as natural laboratory for forestry research. FORIG also has a seed storage facility for conserving forest seed germplasm and a tissue culture facility to carry out rapid multiplication.

#### **Crops Research Institute (CRI), Kumasi**

The institute conducts research on all crops except cocoa, coffee, cola, shea-nut, oil palm and coconut. The thrust of research is aimed at developing improved varieties and production practices to enhance agricultural productivity. There are over 80 scientists working in the institute. CRI, PGRC and other institutions have collected several germplasm accessions including maize, cassava, yams, cocoyam, sweet potato, garden eggs, okra, pepper, tomato, citrus, mango, cashew and plantain or banana. Most of these germplasm have been characterized. The institute has a modestly equipped tissue culture laboratory for maintaining germplasm and for multiplying disease-tested germplasm. The institute also has cold storage facilities at 5°C used to maintain mainly breeder seeds.

#### **Oil Palm Research Institute (OPRI), Kusi-Kade**

The institute has the mandate to conduct research aimed at providing scientific and technology support and good planting materials for the oil palm and coconut industries and also to give advice on improved production practices. Recently, seeds of local oil palm germplasm were collected around the country and are under field conservation. The institute maintains a group of elite oil palm trees as germplasm for improvement since early 1962. Pollen is also introduced from Malaysia and Cote d'Ivoire for research work. Local and introduced coconut germplasm

have been used in improvement programmes, especially against the deadly Cape St. Paul Wilt disease.

#### **University of Ghana, Agricultural Research Station (ARS), Okumaning-Kade**

The station has teaching and research facilities for the Faculty of Agriculture. It maintains the germplasm of plantation crops, such as citrus, mango, cola, rubber, avocado and oil palm. Germplasm of food crops like plantain, cassava and cocoyam is also maintained. There is a citrus museum of 50 accessions.

#### **University of Ghana, Botany Department, Legon**

The Botany Department has a botanic garden for educational, aesthetic, recreational and religious purposes. The department also has tissue culture facilities for the conservation and rapid multiplication of yam, cocoyam, plantain or banana and pineapple germplasm. The herbarium of Ghana is located in this department. It contains a lot of preserved plant parts useful for identification.

#### **Biotechnology and Nuclear Agriculture Research (BNARI), Kwabenya**

BNARI is an institute under the Ghana Atomic Energy Commission. It conducts research in the application of nuclear technology and biotechnology to enhance agricultural production. It has a tissue culture laboratory for micro propagation and conservation of yams, cassava, plantain or banana and pineapple.

#### **Animal Research Institute (ARI), Accra**

ARI undertakes research aimed at providing solutions to problems relevant to the livestock industry in Ghana. The institute maintains museums of local and introduced pasture legume and grass germplasm at Pokuase and Nyankpala. Examples of such plants include legumes like pigeon pea, *Leucaena glauca*, *Stylosanthes* spp. and grasses like *Brachiaria* spp., *Panicum* spp. and *Pennisetum* spp.

#### **Cocoa Research Institute of Ghana (CRIG), New Tafo**

CRIG conducts research aimed at improving the productivity of its mandate crops including cocoa, coffee, cola, shea nut, and cashew. The institute has a field genebank of the various crops at New Tafo, Bole and elsewhere. Research is on-going on regeneration of cocoa shoot tips *in vitro* and also storing cocoa seeds under high osmotic potential using PEC "6000".

#### **Ghana Department of Wildlife**

The department has an estate of eighteen terrestrial sites and five coastal wetlands (RAMSAR) as protected areas for the conservation of Ghana's biological resources. The terrestrial sites include seven national parks, six resource reserves, one strict nature reserve and four wildlife sanctuaries. The main objectives for managing these protected areas include: preserving representative viable samples of biological and physical diversity and ensuring that wild genetic materials are conserved.

#### **Centre for Scientific Research into Plant Medicine (CSRPM)**

CSRPM at Mampong-Akwapim maintains arboreta at Mampong, Mamfe and Ayikuma to obtain plant parts for medicine. The centre also has a herbarium of medicinal plants for identification.

#### **Other stakeholders**

Other stakeholders including the University of Cape Coast, University of Development Studies (Nyankpala), Kwame Nkrumah University of Science and Technology, University of Winneba, Department of Parks and Gardens and NGOs have field genebanks and seed genebanks where various germplasm are conserved.

### **Strategic plan**

A national PGR strategic plan was drawn up for the management of Ghana's PGR for 2004 - 2008. The objectives of the PGR strategic plan were conservation, use, documentation and awareness creation; coordination, networking and capacity building; and policy and legislation.

The Strategic Plan envisages that CSIR will coordinate all PGR activities in the country through PGRC. There will be a national committee on PGR with a secretariat at the CSIR head office. Membership of this committee will be from government institutions, NGOs, private sector, traditional authority, district assemblies and farmer associations.

Roles were identified for various areas of PGR activities:

- Awareness creation – PGRC
- Conservation and use – PGRC
- Capacity building – CSIR
- Policy and legislation – Science and Technology Policy Research Institute (STEPRI)
- Documentation and Information – PGRC and Institute for Scientific and Technology Information (INSTI)
- Coordination, advocacy and networking – CSIR

### **Legal status of PGR activities**

There are no legislations and policies backing PGR activities in Ghana. There is the need, therefore, to initiate policies and legislation on PGR.

### **Ghana's past and present involvement in regional and international fora of agro-biodiversity management**

Ghana has been involved in several regional and international activities in agro-biodiversity management. In the second half of the 1980s Ghana was actively involved in the Commonwealth Science Council Programme of Biological Diversity and Genetic Resources. The country participated in two conferences organized by the Commonwealth Science Council in 1986 and 1992.

Ghana participated in fora that culminated in the Leipzig Conference in June 1996. First, the country prepared a country report, which was one of the reports that were discussed at the sub-regional meeting for Western and Central Africa in Dakar in November 1995. This was a preparatory meeting for the 4th International Technical Conference on Plant Genetic Resources in Leipzig in June 1996.

Ghana also played active roles in fora and processes that culminated in the formation of the Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) in Cotonou, Benin in February 1998. Ghana was elected Vice-chairman of the network. Subsequently, the country has been represented at the steering committee meetings of the network.

The country participated in the global study of contribution of home gardens to *in situ* conservation project from 1998 to 2001. Ghana was the only African country that participated in this project. This project revealed that the home garden system was an important means of promoting *in situ* conservation of PGR.

Following the 1996 Leipzig Conference, a Global Plan of Action (GPA) monitoring and information sharing mechanism was set up. The pilot study of this mechanism was carried out in six countries with two in Africa: Ghana and Kenya. In this project key stakeholders in PGR, various projects, contact persons, publications and cultivars released or bred by scientists were documented electronically into a GPA database. The objectives of this project include expanding the knowledge base of the conservation and utilization of PGRFA and building stronger partnerships among stakeholders in PGRFA management in the country.

### **PGR activities and major achievements**

#### **Bio-prospecting and collecting activities**

Ghana has carried out several bio-prospecting and collecting activities. The PGRC in collaboration with several institutions including universities and research institutes have

collected germplasm of major and minor plants in the past. These include food crops, medicinal plants, wild species, timber and industrial species. The total number of accessions under conservation is 8026.

### ***In situ* conservation (natural ecosystem)**

*In situ* conservation is defined as the conservation of ecosystems and natural habitats and the maintenance and recovery of viable populations of species in their natural surroundings and in the case of domesticated or cultivated plants species, in the surroundings where they have developed their distinctive properties.

What constitute *in situ* conservation in the country are the forest reserves and protected areas. Ghana has 280 forest reserves and 15 protected areas. These reserves and protected areas contain wild species, medicinal plants and wild relatives of cultivated crops that need to be protected. These species living under *in situ* conditions go through their natural evolutionary processes to generate new variation in the gene pool and to cope with the rapidly changing environmental conditions.

*In situ* (agro-ecosystem) conservation on farm is a relatively new approach to PGR conservation. It involves the management of diversity in agro-ecosystems and focuses on processes that create and maintain such ecosystems.

### ***Ex situ* conservation**

*Ex situ* conservation is the conservation of PGR for food and agriculture outside their natural habitat. In Ghana *ex situ* conservation has been achieved by the conservation of seeds of orthodox species in cold storage as at PGRC genebank at Bunso, the conservation of plant materials *in vitro* as at the Botany Department of the University of Ghana or as living plants in the field as at PGRC, Bunso, Agricultural Research Station (ARS) at Kade and Cocoa Research Institute at New Tafo.

### **Characterization and evaluation**

Most of the germplasm under conservation at the PGRC has been characterized and evaluated. Various institutions that work on crop germplasm either characterize or evaluate the crops they work on.

### **Documentation and information sharing**

Documentation is a very important aspect of the functions of PGRC because information on all aspects of the functions at the centre has to be recorded and stored. Passport data are collected during germplasm collecting expeditions. These data include the names of the collectors, scientific and vernacular names of the species collected, location of the collection (coordinates), collection number, region of collection, date of collection, name of donor and other important data.

Data collected during characterization are also documented. Documentation of data at the PGRC is computerized and comprises the following:

- Germplasm collecting
- Characterization, multiplication and regeneration and evaluation
- Seed testing
  - Viability
  - Seed health status
- Conservation records
- Germplasm distribution.

Currently data on various stakeholders working on PGR and their projects have been compiled in a database to facilitate information sharing among all stakeholders. This information, when completed, will be put on the website for easy accessibility by all stakeholders. There are currently problems with the collection of information from all stakeholders but the process has started and it is hoped it will continue.



## **Capacity building**

### *Infrastructure and equipment*

Several types of infrastructure exist in Ghana to make the national PGR programme efficient. The programme has facilities for conserving orthodox seeds *ex situ*. The PGRC also has deep freezers maintained at -20°C for long term conservation of orthodox seeds. CRI and SARI have cold storage facilities at +5°C for short term maintenance of germplasm and also breeders' seeds. Moreover, the PGRC has seed testing and drying facilities for monitoring seed health and viability in storage.

There are field genebank facilities for the conservation of living plants in the field. The PGRC at Bunso has a museum for local and exotic tree crop plants and vegetatively propagated crops. These include fruit trees, such as orange, mango, avocado pear; spices like nutmeg, cinnamon, black pepper; and root and tuber crops like yams, cassava, cocoyam and sweet potato. The ARS also has several plantation crops in a field genebank at Kade. Arboreta exist at PGRC at Bunso, FORIG in Kumasi and CSRPM at Mampong-Akwapim. These arboreta contain timber species, medicinal plants and non-timber forest species. Various public and private universities of Ghana are maintaining field genebanks of various tree and crop species for academic work and the public. These universities include the University of Ghana (UG), the Kumasi National University for Science and Technology (KNUST), University of Winneba at Mampong-Ashanti, University of Cape Coast (UCC), University of Development Studies (UDS), Tamale and the Valley View University (VUU).

Tissue culture facilities are used for conservation, rapid multiplication and production of germplasm materials. These facilities are required to augment field conservation of vegetatively propagated materials, such as root and tuber crops since a lot of losses occur in these crops conserved in the field. Currently tissue culture facilities exist at the Botany Department of UG, BNARI, CRI and CRIG, FORIG and KNUST for research and conservation of germplasm.

### *Training*

The national PGR programme has a team of well trained staff comprising scientific and technical staff. The minimum qualification of the scientific staff at PGRC is a master's degree whilst that for most of the technical staff is the higher national diploma (HND). In addition to the formal qualifications of the staff, they are given on-the-job training through short courses in-country and overseas. In the past, courses have been organized on general PGR, germplasm collecting, characterization and documentation. The latest training exercise for stakeholders and collaborators is on GPA monitoring and information sharing sponsored by the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) and coordinated by FAO and Bioversity International <sup>22</sup>.

### *Collaboration, partnership and networking*

The PGRC is mandated to coordinate PGR activities in Ghana and this role is recognized by most of PGRC's stakeholders. A lot of collaboration exists between PGRC and the agricultural related institutions like CRI, SARI, BNARI, OPRI, CRIG, FORIG, universities and some NGOs. The PGRC has played a leading role in the collection and conservation of PGR in the country. Germplasm conserved by PGRC has also been utilized by most of these stakeholders for their research work.

PGR features strongly in most crop networks in the country. During the era of the National Agricultural Research Project (NARP), there was a PGR component in each of the crop networks. This involved the collection and conservation of the various crops. These networks included tropical fruits, root and tubers, vegetables, legumes and cereals. On the international scene Ghana is a steering committee member of GRENEWECA, a network for WCA in PGR.

### **Policies on PGR**

Ghana has signed several international policies on PGR in the past. These include the International Undertaking on PGR, CBD, the International Treaty on Plant Genetic Resources



and Biodiversity (IT) and the African Model Law. The country, however, has no policies on PGR but processes are in place to have national legislation on PGR.

### ***Major constraints to developing the national PGR programme***

Inadequate funding is the major constraint to developing a strong national PGR programme. Financial resources are required to organize stakeholders' meetings and to monitor PGR activities in stakeholder institutions.

Another major constraint is the lack of an effective communication system. Communication infrastructure at the PGRC is poor and it does not facilitate the coordinating role of the centre on PGR but there are efforts to improve the situation. Currently a local area network (LAN) is being put in place to link scientists at the centre. When this is completed, a wide area network will also be put in place to link scientists in various institutions. Efforts will also be made to establish Internet connectivity at the centre to facilitate ease of communication within and outside the country. Finally, it is envisaged that the country will have a website on the GPA information sharing mechanism with its own web address and links to other relevant national web-based information resources, and a data retrieval interface.

### ***Conclusions***

Activities related to biodiversity management are coordinated by the Ministry of Environment and Science (MES). Several governmental, NGOs and the private sector are involved in the implementation of biodiversity activities. International and regional legislation and laws on biodiversity and PGR have been signed but some are yet to be formulated and passed on to the national level. It is hoped that national legislation on PGR will be in place soon.

Several institutions within Ghana play vital roles in the conservation of PGR with PGRC playing a coordinating role. The PGRC needs assistance to improve its communication system so that it can be efficient through support from FAO and Bioversity.

## National Centre for Genetic Resources and Biotechnology, Ibadan, Nigeria

*M.B. Sarumi*

*National Centre for Genetic Resources and Biotechnology, Ibadan, Nigeria*

### **Abstract**

Nigeria occupies a unique geographic position in sub-Saharan Africa, and the variability in climate and geographic features endow it with one of the richest biodiversity in the continent.

Nigeria, with a population of about 120 million people, constitutes nearly a quarter of the total population of sub-Saharan Africa. A population growth rate of more than 3% and increasing poverty (especially in rural areas) have put several demands on the country's natural resources, the institutional structures and the resources available to manage them.

Nigeria is a signatory to several treaties and international conventions for the use of natural resources and biodiversity. This demonstrates its commitment to the conservation of natural resources. Consequently, Nigeria took active part in all the negotiation processes leading to the Convention on Biological Diversity. Nigeria was one of the signatories to the Convention of the 153 United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), commonly known as the Earth Summit (Rio – January 1992). Nigeria signed the Biodiversity Convention, which was subsequently ratified in 1994.

Thereafter, Nigeria started the process of preparing its own Biodiversity Strategy and Action Plan.

### **Background**

Nigeria occupies a unique geographic position in sub-Saharan Africa (SSA) and the variability in climate and geographic features endows the country with one of the richest biodiversity in the continent. Nigeria, with a population of about 120 million people, constitutes nearly a quarter of the total population of SSA. A population growth rate of more than 3% and increasing poverty (especially in rural areas) have put several demands on the country's natural resources, institutional structures and resources available to manage them. Nigeria is a signatory to several treaties and international conventions for the use of natural resources and biodiversity. This demonstrates its commitment to the conservation of natural resources. Consequently, Nigeria took active part in all negotiations leading to the Convention on Biological Diversity (CBD). Nigeria was one of the 153 signatories to the Convention of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), commonly known as the Earth Summit (Rio- January, 1992). The country signed the Biodiversity Convention that was subsequently ratified in 1994. Thereafter, it started to prepare its own Biodiversity Strategy and Action Plan.

### **Introduction**

Biological Diversity or biodiversity refers to the variability among living organisms from all sources including terrestrial, marine and other aquatic ecosystems, and the ecological complexes of which they are part. It encompasses the variety of all forms of life on earth that provides the building blocks for our existence and ability to adapt to environmental changes in the future.

However, despite the importance of biodiversity to the survival of present and future generations of Nigerians, the country is experiencing a high rate of biodiversity loss. Among the issues that pose a collective threat to biodiversity protection in Nigeria are:

- Exponential increase in population accompanied by intensifying industrial activities for economic development;
- Dependency of the rural population (which accounts for 70% of the total population) on biodiversity resources;
- Lack of clear consistent national policy;

- Poor coordination among relevant institutions;
- Failure to establish a mechanism for sustainable funding;
- Lack of government commitment of funding of institutions, programmes and activities that conserve biodiversity.

Nigeria occupies a unique geographic position in Africa. It has a variable climate and is endowed with diverse geographic features and one of the richest biodiversity in the continent. Its diversity of natural ecosystems ranges from semi-arid savanna to mountain forests, rich seasonal floodplain environments, vast freshwater swamp forests and diverse coastal vegetation. Nigeria, in the Niger Delta region, contains the largest remaining tract of mangroves in Africa—the third largest in the world.

The IUCN Red List of Threatened Species (i.e. of globally threatened species) includes 148 animals and 146 plants that are found in Nigeria. Of these, 26 animals and 18 plants are classified as endangered and another three animals and 15 plants are critically endangered worldwide.

Natural and man-made threats, socio-cultural problems and direct and indirect consequences of socio-economic development have contributed to the erosion of biodiversity at all levels. Within the last 25 years, it is believed that about 43% of the forest ecosystem has been lost through human activities. Nigeria, with a population of about 110 million people constitutes nearly a quarter of the total population of SSA. A population growth rate of more than 3% and increasing poverty (especially in rural areas) have put severe demands on the country's natural resources, the institutional structures and the resources to manage them. There has been a general institutional weakness and lack of technical capacity to tackle the nation's environmental issues, including threat to biological diversity. To guarantee the conservation of Nigeria's biological diversity, and in line with the recommendations of the Convention on Biological Diversity, the Federal Ministry of Environment initiated the Strategy and Action Plan process.

### ***Establishment of the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology Ex situ collections***

Although a large number of institutions in Nigeria maintain some forms of plant germplasm, the operational system has had series of inadequacies, including the following:

- Only a few research institutes had definite projects concerned specifically with the collection and maintenance of germplasm;
- The research institutes and few university-based collectors tend to collect and maintain only those crop plants in which they had research interest; the genetic coverage was, therefore, usually narrow;
- Exploration for collection was conducted in isolation by the various interest groups without coordination giving rise to wasteful duplication;
- The originators of the genetic resource materials were invariably plant breeders working in problem-solving result-oriented research establishments and who, therefore, had the tendency to regard germplasm as mere tools and not as resources to be salvaged from extinction. There was therefore, the practice to select the "useful", materials and neglect the 'useless' ones thus exposing the latter to the danger of genetic erosion.

It was with these inadequacies in the background, coupled with the need to provide centralized facilities for long term storage of germplasm that the Nigerian Federal Government in mid-1988 set up the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB).

The Centre is expected, among other things, to:

- Collect, characterize, evaluate and maintain plant germplasm and foster its utilization;
- Organize and coordinate local germplasm explorations;
- Coordinate the maintenance and utilization of the existing plant germplasm in research institutes;
- Coordinate and facilitate the exchange of plant genetic resources (PGR) materials;
- Serve as the national authority for the validation, registration and release of new crop varieties and maintain a national register of all crop varieties in the country;

- Promote training opportunities to personnel connected with germplasm collection, maintenance and multiplication and others in the area of vegetation conservation.

The centre operates as the central organ of the country for liaison with international organizations, such as Bioversity International<sup>23</sup>, Food and Agricultural Organisation of the United Nations (FAO), United Nations Development Programme (UNDP), World Agroforestry Centre (ICRAF), and the International Institute for Tropical Agriculture (IITA) on PGR. The centre also advises the government on matters concerning plant resources and conservation of vegetation.

NACGRAB, since its inception, has a collection of approximately 15 000 accessions consisting of indigenous and exotic germplasm, mainly of food crops, vegetables, tuber, fodder, industrial, medicinal and forest plants.

### **Storage facilities and equipment**

Equipment that has been received from UNDP/FAO/Bioversity include a prefabricated long term storage room maintained at  $-20^{\circ}$  C and relative humidity of 15%. There is a modified room for short term storage that is maintained at  $15^{\circ}$  C and 30% RH. The two storage facilities have in-built dehumidifiers.

The long term storage room has the country's base collections whilst the short term storage room contains active collections. All seeds are stored in hermetically sealed cans and air tight containers, at the appropriate moisture content level. Functional laboratories at the centre include germplasm extraction room, threshing room, and viability or germination room. Processing equipment include seed dusters, ovens, incubators, seed separators and balances. Nigeria being a member of the Economic Commission of West and Central African States (ECOWAS) would readily accommodate germplasm from the sub-region for safe-keeping on terms agreeable to the parties.

### **Biotechnology**

There is a functional tissue culture laboratory for mass and rapid propagation and conservation of economic crops and endangered plant species. Cryopreservation activities for storage at extremely low temperature of plant materials and animals semen are envisaged.

A National Biotechnology Development Agency was established (NABDA) recently for the purpose of effective coordination of biotechnology activities nationally.

## ***Fallout of the 1995 National Plant Genetic Resources Stakeholders' Workshop***

### **Key recommendations**

The activities of the National Focal Point for Plant Genetic Resources Conservation were recognized as a strategically important entity that requires full government support.

An integrated approach to conservation of PGR should make use of the following conservation methodologies: (i) *Ex situ* conservation including field genebanks, seed genebanks, in-vitro genebanks, botanical gardens and arboreta. (ii) *In situ* genebanks, including forest reserves, fetish groves, nature reserves, on-farm conservation and home gardens.

An action plan for integrated conservation of germplasm should be developed and should include *in situ*, *ex situ* and on farm conservation methodologies. The use of biotechnology applications, such as in-vitro conservation should be an integral part of the conservation strategy.

Collection and documentation of indigenous knowledge should be considered as important components of conservation. Information on plant uses, distribution, threat status, and phenology including taxonomy should be considered for documentation. Relevant NGOs, such as NEST, the Centre for Environment, Renewable Natural Resources Management, Research and Development (CENRAD) and Nigeria Conservation Foundation should be involved in this activity that should be integrated into the national conservation strategy.

The participation of women in the conservation of PGR should be encouraged and supported at the community level. The involvement of women groups should also be encouraged.

### **Establishment of National Committee on PGR Management**

At the National Stakeholders Workshop on PGR Management and Policy Initiatives held in Abuja, 2004, the PGR management committee was officially inaugurated.

### **Latest thrust**

#### **Development of the National Biodiversity Strategy Action Plan**

Nigeria is a signatory to several treaties and international conventions for the use of natural resources and biodiversity. This demonstrates its commitment to the conservation of natural resources. Consequently, Nigeria took an active part in all the negotiations leading to the CBD. Nigeria was one of the 153 signatories to the UNCED, commonly known as the Earth Summit (Rio de Janeiro, 1992). Nigeria signed the Biodiversity Convention (CBD) that was subsequently ratified in 1994. Thereafter, Nigeria started preparing its own Biodiversity Strategy and Action Plan. In 1993 "A Country Study Report" was prepared by the then Federal Environmental Protection Agency (FEPA). That document presented the diversity of Nigeria's biological resources and their current status, policies, laws, and conservation programmes. The current Biodiversity Strategy and Action Plan is a result of series of expert team consultations with biodiversity stakeholders at four eco-regional workshops and a national workshop. It addresses the articles and the spirit of the Convention and encompasses the country's vision of sustainable development in the new millennium.

The goal of the Strategy and Action Plan is to develop appropriate framework and programme instruments for the conservation of Nigeria's biological diversity and enhance its sustainable use by integrating biodiversity considerations into national planning, policy and decision-making.

The country has since the preparation of the first draft of the NBSAP undertaken surveys and inventories of its biodiversity which form the bases for setting the National Strategy for Conservation and Sustainable Use of Biodiversity. This strategy would be part of the country's national commitments under the Convention and a testimony to responsibilities to future generations. The Federal Government of Nigeria has mobilized the scientific community in government departments and in non-governmental institutions to contribute to the background studies and the preparation of a draft document that was re-submitted to public debate for revision and approval. The operational approach in the development of this NBSAP is the establishment of an adaptive process that institutes national goals, sets priorities, and provides frameworks for addressing the following:

- Biodiversity conservation
- Sustainable use of biological resources
- Equitable sharing of benefits
- Conservation of agro-biodiversity
- Biosafety.

#### **Biodiversity-industry interface**

**Biodiversity Conservation:** The Nigerian government recognizes the need to conserve its diverse biological resources and has made a commitment to conserve 25% of its total land area. Emphasis will be placed on *in situ* conservation of biodiversity within protected areas, such as forest reserves, game reserves, national parks and wildlife sanctuaries.

#### ***In situ* conservation outside protected areas, to secure Nigeria's biodiversity for future generations**

**Conservation of agro-biodiversity:** Because of the diversity of habitats in Nigeria and the tropical climate, there is a great diversity of plant species in Nigeria, including several domesticated for food production. Nigeria's plants include many species with traditional value as food, medicine and various domestic uses. Several of them have been catalogued in various specific areas of the country. Nigeria is also an epicentre for diversity of wild varieties of important crop plants, including cowpeas (*Vigna unguiculata*), West African rice (*Oryza*



*sativa*), yams (*Dioscorea* spp.), Bambara groundnuts (*Vigna subterranea*, Kersting's groundnut (*Macrotyloma geocarpum*), African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*), and winged bean (*Psophocarpus tetragonobus*). Several of these wild crop relatives are endangered or threatened. Most of the country's food crops are threatened with extinction and the land races that are more adapted to the environment and climate are being replaced with new varieties or cultivars. Improved cultivars constitute a principal cause of genetic erosion. Most land races are now considered extinct, making the lines prone to genetic drift and genetic loss within collections and also leading to isolation from on-going evolutionary processes. Some of the crops that are becoming extinct include the native yam, beans, white melon, *Chrysophyllum albidum*, *Irovingia gradifolia*, *Balanites* spp., shea tree, sada, Atili, Born-ex millet, among others.

The NBSAP has outlined a programme of work to encourage both the *ex situ* and on farm conservation of the country's agricultural biodiversity. Seed banks and germplasm collections will be maintained at various sites in the country.

### **Other policy considerations**

These include:

- (a) Development of baseline information on indigenous food trees, crops, and microbes that will be published and disseminated to all stakeholder.
- (b) Development of zoological or botanical gardens in the various eco-geographic regions to capture the nation's agro-biodiversity.
- (c) Composition of a committee to lead the efforts, through participatory approaches, to revive the weak local organizations that facilitate conservation.
- (d) Strengthening agricultural and forest research institutes to conserve whatever species is under their mandates.
- (e) Initiation of a programme of biopesticides production from botanicals.
- (f) Realignment of crop science research to focus on indigenous food crops and plants. Relevant research institutions would be adequately equipped to conduct research in such plant species.

**Sustainable Utilization of Biological Resources:** An integrated and coordinated plan for biological resources utilization is envisaged in the NBSAP. The government has established a national programme for sustainable utilization of biological resources at the Ministry of Science and Technology (NACGRAB), the Forestry Research Institute of Nigeria, and the Raw Materials Research Development Agency to optimize the contribution of these resources in the national economy. It is envisaged that if possible a full-fledged biodiversity institute will be established to coordinate and harmonize the activities of various agencies of the government, bio-industries and the civil society in sustainable use of biological resources. The planning processing for this NBSAP initiated the formation of a private sector-driven Bioresources Industry Organization of Nigeria to engage the private sector and civil society in monitoring the use of biodiversity for the production of consumer goods.

**Access and Benefit Sharing:** Article 10 of the United Nation's CBD requires signatories to the convention to develop equitable sharing of benefits from the commercialization of biological resources. Until now local communities have derived minimal benefits from the commercial exploitation of the country's natural resources. The new plan hopes to address this problem by recognizing local communities as the custodians of most of the nation's biodiversity. A national policy on intellectual property rights and traditional knowledge will be developed to formulate a sui generis system that will reward indigenous knowledge. Access to national forest reserves is regulated through the National Parks Decree of 1999 that gives the Conservator General authority to grant access to the national forests.

**Biosafety:** Developments in genetic engineering technology have led to the introduction of genetically modified organisms (GMOs) and their derived products in crops, foods and consumer goods. This evolution from purely research and development endeavours to

consumable products has generated debate on the benefits and risks associated with altering the genetic materials of living organisms. Although genetic modifications of plants and animals through domestication and controlled breeding has gone on with little debate for several thousand years, it was only in 1973 that scientists began to transfer isolated genes into DNA of another organism. The use of this technology has become more widespread and sophisticated causing increased public concern over the safety of genetically modified plants especially in their use for human consumption. For the purpose of the BSAP, the immediate concern was on the safety and regulation of trans-boundary movement of living modified organisms and protocols for processing and safety assessment of such organisms in Nigeria.

The expert consultation on this issue concluded that this was a policy area where the grafting of foreign solutions based on experiences from outside our region may prove to be catastrophic. The NBSAP provides for multi-sectoral approach in establishing guidelines for the control and monitoring of GMOs. Counter-balancing this need for caution is the equally important national development objective of participating and harvesting the fruits of this technology that has been widely recognized as capable of changing the entire agro-pharmaceutical industry. The national strategy advocates increased activities in the non-transgenic biotechnology processes, use of naturally occurring micro-organisms for industrial processes and improvement of agricultural productivity and the intensification of traditional plant breeding technologies, while developing adequate guidelines and protocols for field testing and subsequent release of GMOs. For a biodiversity-rich country like Nigeria, unregulated importation and use of living GMOs may be catastrophic to the environment and sustainable development of the country.

**Financial Mechanism:** Although the commercial value of biological diversity in Nigeria exceeds the cost of conservation measures by more than \$3 billion at 1993 values (\$3.75 billion versus \$0.37), biodiversity conservation has not been recognized as a feasible investment in Nigeria's economic development and consequently natural resources valuation has not been fully incorporated into the national economic planning. It has been estimated that the ratio of conservation costs to Nigeria was about 3.8% of GDP while the aggregate contribution of biodiversity to the GDP was about 46% in 2001. In 1990, it was estimated that the monetized value of other benefits realized from conservation was over \$6 billion. With the increase in bioprospecting and biodiversity activities in Nigeria, the growth in biotechnology-related industries of biodiversity to Nigeria is over \$8 billion per annum. The strategic plan, therefore, provides for a significant increase in the national expenditure on biodiversity conservation so as to ensure the continuous availability of these resources.

Finally, the Action Plan makes concrete provisions for a programme of research, extension and education that will enhance sustainable development of Nigeria's biodiversity, using a combination of policy reforms, new legal instruments, institutional collaboration and a responsive financial mechanism targeted at areas of greatest need. It has also established a framework for continuous assessment and monitoring of biodiversity and a system of measurement of the stated targets.

### ***Conservation infrastructure and protected-area system***

#### **National parks**

These are ecologically and culturally important areas where human habitation is largely prohibited and tourism is encouraged. There are eight national parks in different biogeographic zones of the country, including two game reserves that were upgraded by an Act in 1999. Hunting and other consumptive uses of resources are completely forbidden in four of the parks while limited, largely subsistence and non-commercial uses by the local people may be allowed in selected areas of the others. Poachers often flout park regulations. Jointly the national parks cover about 22 592 km<sup>2</sup>, about 2.5% of the country. National parks are assets of the Federal Government and the agency responsible for biodiversity conservation in them is the National Parks Service, an agency of the Federal Ministry of Environment.

**Game reserves**

These are areas set aside by state governments for the protection of wildlife. They include wildlife parks, bird sanctuaries and strict nature reserves. Hunting is usually prohibited, but is sometimes allowed under permit. Poaching is often widespread despite state edicts prohibiting illegal off-takes from the reserves. Game reserves are often poorly managed because of inadequate staffing, poor funding, lack of equipment and poor remuneration of staff. Many states in the south, where human population densities are high, do not manage game; state ministries of agriculture and natural resources often manage game reserves. Well-managed game reserves may be considered for upgrading to national park status. There are about 14 game reserves in the country.

**Forest reserves**

These are areas set aside by state governments for the protection of timber, fuelwood and other forest resources in their domains. Some forest reserves in the northern parts of the country double as livestock grazing areas. Natural vegetation has been replaced in some reserves with monocultures of exotic tree species. Harvesting of resources is usually allowed under permit or as special concessions to local people. Poor management often results, however, in a lack of control of resource use and conflicts among resource users. Only a few forest reserves, located in remote, difficult to access or sparsely populated areas, are still in a good undisturbed condition. Each of the 36 states has at least one forest reserve, managed by state Ministry of Agriculture and Natural Resources.

**Special ecosystems and habitats**

These include sacred groves, streams and lakes or other sites that are revered by local communities for their spiritual, recreational and other socio-economic values. The commonest of these unique sites are sacred groves, small forest blocks, usually no more than a few hectares, set aside by some rural communities.

***Major institutions involved in biodiversity conservation***

Following the Koko Toxic Waste Scandal in August 1987, the Federal Government of Nigeria established the Federal Environment Protection Agency (FEPA) in 1988. The government also established the Natural Resources Conservation Council that was responsible for the conservation of nature and natural resources. In 1992, the body was merged with FEPA and in 1999, the Federal Ministry of Environment was created to absorb FEPA and some departments and units including the National Parks Services from sister ministries. The Ministry was established to provide overall policy guidelines for environmental management across the country at all levels of government. The ministry was expected to play a catalytic role in: (a) defining the broad policy framework; (b) providing selected services functions, such as environmental data management, EIA, environmental education and awareness to other sectors; (c) assisting in the development and improvement of environmental legal and regulatory framework; (d) managing ecosystems and promoting sustainable use of natural resources; and (e) enforcing environmental quality norms and rules.

The Ministry is structured into the following departments: (i) Planning Research and Statistics; (ii) Pollution Control and Environmental Assessment; (iii) Drought and Desertification; (iv) Erosion, Flood and Coastal Zone Management; and (v) Forestry to include conservation that was a separate department when the ministry was inaugurated. Many stakeholders in the country consider the present status of conservation as a division of the Forestry Department retrogressive and unacceptable.

Other relevant federal ministries and agencies include the following:

- The Ecological Fund that was established as a financial mechanism to support a wide range of initiatives that promote improved environmental management including conservation. This fund is now being reformed to ensure its conformity to the new Federal Constitution.

- National Parks Service;
- Forestry Research Institute of Nigeria;
- National Centre for Genetic Resources and Biotechnology;
- 15 other agricultural-based research institutes;
- Ministries responsible for water resources, health, agriculture, transport, education, works and housing, solid minerals, power and steel, culture and tourism, science and technology and related parastatals;
- Fifty two government and private universities and 12 colleges of agriculture, fisheries or forestry.

### **Establishment of legislative framework**

The relevant constitutional provisions and laws are reviewed below.

### **Status of environmental laws**

The constitution of the Federal Republic of Nigeria provides some policy statements concerning the environment under chapter 2 that deals with fundamental objectives and directive principle of state policy. The most relevant section includes the following:

- It is hereby declared that security and welfare of the people shall be the primary purpose of government;
- The state shall, within the context of the ideals and objectives for which provisions are made in this constitution, harness the resources of the nation and promote national prosperity and an efficient, dynamic and self reliant economy;
- In furtherance of the social order, exploitation of human or natural resources in any form whatsoever, for reasons other than the good of the community, shall be prevented;
- The state shall protect and improve the environment and safeguard the water, air and land, forest and wildlife.

The National Policy on the Environment, 1999 and relevant environmental laws enacted prior to or after the policy to give effect to the nation's environmental protection objectives and strategies appear to have a support base in the above-stated fundamental principle expressed in the 1999 Constitution.

### **Policy framework for meeting the overall challenge of Nigerian biodiversity**

To meet the overall goal of Biodiversity Protection in Nigeria and in consonance with Articles 1,3,5,6,18,20 and 21 of the Convention, the following specific goals: conservation, sustainable use and access, and benefit sharing and some cross sectoral issues are to be pursued.

### **Goal: conservation**

*Aim:* To conserve biodiversity for the present and future generations.

Strategic directions:

- Promoting and enhancing measure for both *in situ* and *ex situ* conservation;
- Identifying, evaluating, monitoring, researching on conservation of PGR and creating awareness among the public on the same;
- Increasing understanding of the status, genetic diversity and ecological relationship of species and populations;
- Expanding and strengthening the network of protected areas to include all the major ecosystems: Savanna, high forests, wetlands, mangrove and mountain;
- Identifying genetic resources at the species level based on their present or potential socio-economic value and their conservation status;
- Assessing the conservation status of target species and their population;
- Identifying specific conservation requirements or priorities at the population level for single species and at the ecosystem level for groups of species;
- Encouraging the development of *ex situ* facilities including rescue and breeding centres to protect the threatened species;



- Developing and implementing restoration or rehabilitation plans in degraded ecosystems;
- Conserving biological resources that are essential to agriculture, industry, domesticated animals, plants and microbes and their wild relatives;
- Developing and promoting programmes that encourage beneficial co-existence of biodiversity in agricultural farms;
- Establishing and maintaining forest seed and cloned gene banks to conserve the genetic diversity of tree species;
- Monitoring the effects of climate change on ecosystems, species and genetic diversity.

**Goal: sustainable use, access and benefit sharing**

*Aim:* To promote sustainable use of biological resources and ensure fair and equitable sharing of benefits for poverty reduction.

Strategic Directions:

- Promoting farming systems that are compatible to biodiversity conservation;
- Integrating community management of biodiversity as a means of poverty reduction and within the context of national planning;
- Protecting and promoting policy guidance for bioprospecting and indigenous knowledge (intellectual property right);
- Establishing norms for the use of biodiversity for eco-tourism;
- Improving methods and technologies that support the sustainable use of biological resources, and eliminate or minimize adverse impacts on biodiversity resulting from resources use;
- Taking all necessary steps to prevent the introduction of harmful alien and living modified organisms, and eliminate or reduce their adverse effects to acceptable levels;
- Identifying methods of using traditional knowledge innovations and practices, and encouraging equitable sharing of benefits arising from the initialization of such knowledge, innovation and practices.

**Goal: cross sectoral issues**

*Aim:* To enhance biodiversity management capability through education and awareness, appropriate formulation of policy and legislation, research and international cooperation.

Strategic Directions:

- Reviewing with the objective of eliminating government policies and programmes that create unintentional adverse impacts on biodiversity;
- Strengthening measures to reduce and eliminate the release of substances that are harmful to ecosystems, species and genetic resources;
- Developing indicators to monitor trends and support the management of wild populations, species, habitats and ecosystems;
- Increasing the nation's biodiversity management capability (human, infrastructural, institutional and technological) and strengthening national centres for the exchange of data and information relevant to the conservation of biodiversity;
- Preparing and implementing legislations and policies, inventories, plans, guidelines, and monitoring programme and other measures to support the establishment and management of protected area.

**Securing the future Plan of Action for Nigerian biodiversity**

**Overall objective of Nigeria's biodiversity plan**

The overall objective of biodiversity conservation in Nigeria, therefore, is to set in place, as soon as possible, measures that would conserve the dwindling resources and avoid further damage, and over a long term, taking necessary steps to reverse the trend of the damage done. It is expedient to integrate biodiversity conservation into the nation's economic and social development by:

- Protecting rare and endangered species and ecosystems facing extinction;



- Encouraging rational and sustainable use of biodiversity resources that abound in reasonable quantities;
- Restocking biodiversity resources where they have either been lost or have become scarce;
- Restoring, maintaining and enhancing the ecosystems and ecological processes essential for the functioning of the Nigerian biosphere, to preserve biological diversity and the principle of optimum sustainable yield in the use of living natural resources and ecosystems;
- Raising public awareness and promoting understanding of essential linkages between biodiversity, environmental stability and development, and encouraging individual and community participation in biodiversity development and improvement efforts;
- Co-operating with other countries, international organizations and agencies to achieve optimal use of biodiversity resources and effective prevention or abatement of trans-boundary biodiversity degradation.

### ***Recommendations: Fallout of the Final Review of the National Biodiversity Strategy and Action Plan, April 2004***

The participants recommended that the document as amended during the workshop is approved as a fitting national framework for implementing Nigeria's contribution to the CBD.

It further recommended that on the basis of the principle of the NBSAP, the Federal Ministry of Environment should (a) meet the milestone set for national implementation of the CBD; (b) work out an R&D agenda for contributing to the targets set for the poverty reduction, income generation, employment, enhancement and environmental sustainability in the 'Needs' and 'Seeds' programmes of the nation.

Since Nigeria is characterized by several ecological zones that do not correspond to political boundaries, the NBSAP must give attention to the diverse ecological peculiarities of the nations. Accordingly, it recommended that in implementing the NBSAP, special attention must be paid to the major environmental problems, such as drought and desertification in the northern parts of the country, erosion and flooding in the south-east and coastal zone management in the south-south ecological zone.

It further recommended that the Federal Government should develop and support programmes that:

- Increase the capacity to conduct scientific research in key disciplines including taxonomy; systematics, ecosystem and landscape ecology;
- Build capacity resources science and management nationally;
- Increase effort for interdisciplinary synthesis of knowledge;
- Increase understanding of linkages between biodiversity, ecosystem productivity and sustainable natural resources management;
- Support the promotion of herbaria and natural history museums nationwide including data gathering and information sharing for sustainable bio-resources management.

Since all the programmes include meaningful and sustained mechanism to incorporate perspectives of drivers, particularly stakeholders outside the Federal Government, it is further recommended that the current administrative structure within the Federal Ministry of Environment dealing with biodiversity should be re-organized to ensure greater efficiency and effectiveness. The Federal Government should develop and sustain a Federal Forestry Commission as an agency programme with the goal of providing more application and translation of science into management while a biodiversity department should be created within the ministry to increase the interface between policy making and practitioners, and to ensure scientific inputs at all stages of policy making processes.

**Conclusion**

The need to address the issues related to conservation and sustainable use of genetic resources for the betterment of lives, forestry reduction and job creation on the sub-region is siwe-quation, within the framework of building international agreements.

For Nigeria, the National Biodiversity Strategy and Action Plan (NBSAP) process presents an unusual opportunity for planned economic development based on the framework of the Earth Charter and Agenda 21. It presents a solid framework for utilizing our natural resources as a tool and the foundation for sustainable development based on social equity. It also affords the opportunity for Nigeria to join the rest of the world in pursuing the United Nations Millennium Development Goals on Biodiversity.

It is anticipated that various relevant international organizations will continue to assists in human and infrastructural development in pursuits of set out objective or goals in the conservation, management and sustainable use of genetic resources for overall socio-economic development and national growth.

## Le programme national de conservation et gestion des ressources phytogénétiques au Sénégal

C. Alassane Fall

*Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Dakar, Sénégal*

### Resumé

Le programme national de gestion des ressources phytogénétiques est placé sous l'autorité du Directeur Général de l'ISRA avec une coordination restreinte composée de l'ISRA, de la Direction de l'Agriculture, de la SAED et de l'Université de Dakar. Son financement est assuré par le Fonds National de la Recherche du Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique sur des crédits de la Banque Mondiale pour une période de trois ans. Les objectifs majeurs poursuivis portent sur les domaines prioritaires tels que la conservation et l'exploitation des ressources phytogénétiques des espèces locales cultivées, le renforcement des capacités scientifiques et techniques, la sensibilisation du public. Depuis sa création, le programme a réalisé des avancées significatives. L'inventaire historique des collections a été initié et a permis de regrouper les collections, de faire le point sur les accessions et de prioriser les actions à mettre en place au sein de la banque de gènes. Une prospection et une collecte de semences ont été effectuées pour les fonios cultivés et d'autres collectes sont envisagées sur d'autres espèces négligées. Plusieurs variétés d'espèces vivrières et fourragères sont conservées *ex situ* en chambre froide à l'exception des espèces à reproduction végétative (manioc, patate douce et pomme de terre) qui sont conservées sous forme de vitro-plants. La caractérisation agro-morphologique (pour l'arachide) et moléculaire (pour le niébé) a été effectuée. Concernant la documentation, les informations accompagnant les accessions sont encore très fragmentaires. Concernant le renforcement des capacités, un progrès significatif a été fait par l'ISRA qui a doté le programme d'un laboratoire performant, moderne, spacieux et fonctionnel. Par ailleurs un stage de renforcement des compétences a été organisé pour le gestionnaire de la banque de gènes et des stages de formation sont envisagés pour ses collaborateurs suivant les disponibilités financières. La principale contrainte du programme est le manque d'autonomie pour les missions de suivi de la conservation *in situ*, d'enquêtes auprès de communautés autochtones sur des questions clés relatives au Traité International et à la gestion des ressources génétiques. L'insuffisance des moyens financiers entrave fortement la pérennisation des résultats acquis.

### Informations générales

Le programme national de conservation et gestion des ressources phytogénétiques est une contribution à la mise en œuvre au Sénégal du Plan d'Action Mondial pour la conservation et l'utilisation des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture – le PAM de la Convention sur la Diversité Biologique – la CBD et du Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture – le Traité.

Depuis l'an 2000, il a connu un développement important suite à l'attribution de ressources financières et à sa prise en compte au niveau décisionnel. Le programme vise à améliorer la conservation, l'échange et l'utilisation des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au profit du développement agricole durable et de la sécurité alimentaire dans le contexte social, économique, institutionnel et culturel du Sénégal (cf. CBD, art.6 & art.9), tenant compte de l'interdépendance des pays pour les ressources génétiques.

Menu d'un mandat de l'Etat, pour une meilleure prise en charge de questions relatives à la diversité biologique agricole, nous avons organisé sur le territoire national un grand nombre de rencontres visant à mettre en œuvre les différentes activités prioritaires issues du Plan d'Action dont l'élaboration de documents de stratégies nationales relatives aux ressources génétiques et aux savoirs traditionnels mais également des activités liées aux questions semencières. Nous participons au processus d'élaboration de la stratégie nationale de développement durable avec la Commission Nationale pour le Développement Durable du

Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. De la même manière la participation du programme est sollicitée pour la mise en application de l'Accord sur les ADPIC auprès du Ministère du Commerce et de celui de l'Industrie et de l'Artisanat en préparation des travaux à l'OMC pour la reprise des négociations. Toujours pour un meilleur développement des ressources génétiques, nous avons pris part à de nombreuses sessions intergouvernementales à la FAO, à la Commission des Ressources Génétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture (CRGAA) et à ses organes subsidiaires, à l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI), à l'Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle, à la Commission Economique pour l'Afrique, à l'Union Economique et Monétaire de l'Ouest Africain, à la Commission des pays Afrique Caraïbe et Pacifique/Union Européenne et au Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) pour l'harmonisation, l'évaluation du PAM, l'élaboration de stratégies et plans d'action au titre du continent africain ou de la sous-région Ouest et Centre africaine (AOC).

Dans la même période, nous avons pris part aux rencontres institutionnelles de Bioversity à Leipzig (2000), à Cotonou (2003) et à celle de la GTZ (2003) sur la gestion de l'agrobiodiversité en relation avec la mise en œuvre de la CBD et du Protocole de Cartagena en AOC.

### **Gestion de la biodiversité au niveau national**

La diversité biologique et le développement durable sont pris en charge par le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Ainsi, les conventions y relatives telles la CBD et le Protocole de biosécurité sont sous leur responsabilité. Divers documents de stratégie ont été développés sur la question au travers de commissions nationales de pilotage telle la Commission du Développement Durable dont nous participons pleinement aux travaux et pour laquelle le fonctionnement fut assuré par un financement du PNUD. Celle chargée de la biosécurité est appuyée par un financement du Fonds pour l'Environnement Mondial et pour laquelle un plan stratégique n'a pas encore été réalisé.

Dans ce contexte, deux grands plans stratégiques ont été élaborés, par les milieux concernés, pour servir de guide lors de l'élaboration de politique sectorielle de développement. Il s'agit de la Conservation de la biodiversité agricole, forestière et halieutique et du Développement durable où nous nous sommes également inspirés des OMD. Dans ce dernier cas, des mécanismes de suivi sont en train d'être élaborés pour permettre à la Commission de passer en revue le plan d'orientation pour le développement économique et social du Sénégal (PODES) avant son adoption et durant sa mise en œuvre par les départements ministériels concernés. Diverses activités de sauvegarde et d'utilisation durable de la biodiversité ont été entreprises, dans ce cas se sont les ressources génétiques forestières qui sont prises en compte sur ces lignes de crédits.

### **Gestion des ressources phylogénétiques**

Placé sous l'autorité du Directeur Général de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), une coordination restreinte composée de l'ISRA, détentrice de la banque nationale de gènes, de la Direction de l'Agriculture, de la Structure de Développement du Nord (SAED) et de l'Université de Dakar assure la mise en œuvre du programme.

Son financement est assuré par le Fonds National de la Recherche du Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique sur des crédits de la Banque Mondiale pour une période de trois ans.

Le plan d'action fut élaboré de manière consensuelle sur la base du plan d'action mondiale pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phylogénétiques. Son but est d'apporter une contribution à la sécurité alimentaire en créant un environnement institutionnel, juridique et réglementaire favorable au renforcement des programmes semenciers et d'amélioration des plantes en vue d'une plus grande disponibilité, auprès des paysans et communautés rurales locales du Sénégal, de variétés, de semences et plants de bonne qualité agronomique et adaptés à leurs conditions d'exploitation agricole, tout en préservant *ex situ* comme *in situ* les variétés traditionnelles pour leur rusticité et leur valeur culturelle.

Ainsi, quatre objectifs spécifiques majeurs agrégeant des domaines d'activités prioritaires sont retenus:

- Assurer la conservation des ressources phylogénétiques des espèces locales cultivées;
- Améliorer l'exploitation de la diversité génétique des espèces locales cultivées;
- Renforcer les capacités scientifiques et techniques en gestion durable de la diversité génétique des plantes locales cultivées;
- Sensibiliser le public et fournir des conseils aux pouvoirs publics sur les enjeux des ressources phylogénétiques et la mise en œuvre, au niveau national, des traités internationaux connexes.

Pour les deux premières années de fonctionnement, la priorité fut mise dans la reconstitution des collections, la sauvegarde des espèces menacées: fonio, voandzou, taro, etc, la sensibilisation des décideurs sur les enjeux et du public en vue de la conservation et d'une plus grande utilisation des ressources génétiques, et sur la formation en gestion de banque de gènes.

Les structures partenaires impliquées dans la coordination ont été retenues en se basant sur leur pertinence pour l'atteinte des objectifs.

Dans le cas de l'université, le Sénégal dispose de deux herbiers actifs dans le domaine de la taxonomie et la systématique botanique:

- L'herbier de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN), créé en 1941, est constitué de plus de 100.000 échantillons d'espèces végétales bien identifiés, classés, entretenus et remis à jour si nécessaire. 200.000 duplicata sont conservés en vue d'un échange avec des conservatoires ou des institutions de recherche en botanique et biogéographie.
- L'herbier du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, créé en 1960, compte environ 10.343 échantillons d'espèces récoltés sur tout le territoire national dont 22,1% sont représentés dans la collection de l'IFAN.

Nouvellement dotés de moyens informatiques et de par la richesse de leurs collections mortes, les deux herbiers sont en phase de fixation des données (documentation) afin de leur permettre de jouer plus efficacement leur rôle de banques de données sur les connaissances de la flore. Ils sont constitués en réseau au sein du système universitaire des jardins botaniques. Ceci facilitera d'autant les inventaires sur la diversité biologique d'un territoire donné et les recherches taxonomiques sur une espèce sauvage apparentée aux espèces cultivées.

Cependant, tout en étant des structures dynamiques dans ces réseaux d'échange où la position de membre doit constituer un gage d'élément actif comme le veut la CBD, elles devront impérativement réformer leur système d'échange de matériel notamment lors des études de systématique ou de taxonomie en vertu des articles 15 (Accès) et 19 (Partage des avantages) de la CBD et de ceux relatifs au Traité. Leur gestion reste aujourd'hui encore basée sur le principe du « Bien commun de l'humanité » des ressources phylogénétiques, et ce malgré la ratification par le Sénégal de la CBD depuis 1994.

Dans le cas des structures de développement assurant l'encadrement et le conseil dans le domaine de la vulgarisation agricole, elles appuient le programme pour le suivi des petites exploitations familiales traditionnelles en charge de la conservation *in situ* et durant les activités de sensibilisation ou de collecte de matériel végétal pour la conservation *ex situ*. La Direction de l'Agriculture gère le Service officiel de contrôle des semences et applique la réglementation en la matière d'où son implication dans l'amélioration de la filière semencière et l'harmonisation des réglementations en collaboration avec l'Union Nationale Interprofessionnelle des Semences (UNIS).

À l'ISRA, détentrice des collections *ex situ* et *in situ*, les groupes de sélection par produit assurent la liaison permanente avec le programme pour une gestion rationnelle et efficace des ressources génétiques utilisables par leurs différents services.



## État d'avancement des activités du programme

### Inventaire et historique des collections

L'inventaire étant le préliminaire indispensable à la gestion rationnelle du Plan d'Action, nous avons initié le travail de terrain par cette activité.

Elle a permis de regrouper les collections, de faire le point sur les accessions et de prioriser les actions à mettre en place au sein de la banque de gènes. Les collections d'espèces détenues par l'ISRA ont été recensées et inventoriées. Pour les vivrières, 13 espèces sont décomptées, 25 pour les fourragères et 9 espèces pour les fruitières. Le nombre d'accessions est parfois très important, allant jusqu'à 3500 pour une espèce.

La seconde structure au Sénégal à détenir des collections de ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture est une entreprise privée française de semences et sélection des plantes maraîchères. Il n'y a pas eu d'inventaire lors de la visite.

L'association des médecins et phytothérapeutes traditionnels du Sénégal a aussi installé, un petit arboretum à inventorier et pour lequel de nouvelles activités identifiées avec eux seront réalisées dans le cadre de la conservation *in situ* si des crédits supplémentaires sont trouvés.

### Bioprospection et collecte

Une prospection et une collecte de semences se sont déroulées pour les fonios cultivés et un assortiment de 60 variétés traditionnelles a pu être collecté au Sénégal en plus des informations relatives aux connaissances et pratiques traditionnelles d'utilisation. La nouvelle collection est rajoutée aux espèces recensées et transférées dans la banque de gènes.

Dans le courant de 2004-2005, après une année de retard, des prospections et collectes de matériel génétique seront réalisées sur différentes espèces par les équipes de sélection en collaboration avec la coordination: mils tardifs, riz, voandzou et taro. Pour ces deux dernières, leur statut d'espèces orphelines et sous utilisées en fait une priorité pour la sauvegarde au vu de la forte régression des cultures.

### Conservation *in situ*

À l'arboretum maintenu on peut trouver: 63 cultivars appartenant à (9) espèces fruitières cultivées qui sont: *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Citrus grandis*, *Citrus paradisi*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus limon*, *Citrus volkameriana*, *Citrus aurantium*, *Mangifera indica*, *Musa cavendishii*, *Ananas comosus*, *Carica papaya*, *Malilcara achras*, *Cocos nucifera*, *Annona muricata*, *Passifloa edulis*, *P. flavicarpa*.

Pour les vivrières, l'activité On-farm telle que programmée a connu un très grand retard pour une question de mobilité puis de surcharge de travail du personnel suite à la mauvaise campagne agricole de l'année 2002 due aux effets de la sécheresse. Ce qui entraîna un déficit semencier à combler durant la contre saison. L'activité a repris en 2004.

### Conservation *ex situ*

Les différentes activités à savoir sauvegarde, reconstitution de collections, prospection, collectes ciblées et multiplication des ressources phylogénétiques, mises en œuvre dans le cadre du programme national en vue de lever les contraintes identifiées depuis plus d'une décennie en matière d'amélioration et de sélection des plantes au Sénégal, conduisent bien à la mise en place d'une 'banque nationale de gènes opérationnelle'.

Les résultats obtenus durant cette période visant à d'abord à rassembler les ressources génétiques disponibles permettent de citer:

- Espèces cultivées vivrières (15): *Oryza sp.*, *Zea mays*, *Pennisetum glaucum*, *Sorghum bicolor* spp., *Digitaria exilis*, *Arachis hypogaea*, *Hibiscus sabdariffa*, *Abelmoschus esculentus*, *Vigna unguiculata*, *Vigna subterranea*, *Cucumis melo*, *Cucurbita sp.*, *Manihot esculenta*, *Ipomoea batatas*, *Solanum tuberosum*.
- Espèces cultivées fourragères (15): (i) Graminées: *Andropogon gayanus*, *Bracharia decumbens*, *Bracharia mutica*, *Chloris gayana*, *Pennisetum purpureum*; (ii) Légumineuses: *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Clitoria ternatea*, *Lablab purpureus*, *Macroptilium*

*atropurpureum*, *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes hamata*, *Vigna unguiculata*.

Les espèces citées sont conservées sous forme de semences en chambre froide en attendant le stockage par congélation, exception faite des espèces à reproduction végétative (manioc, patate douce et pomme de terre) qui sont conservées sous forme de vitro-plants obtenus par culture *in vitro*. Les cultivars de pomme de terre seront à partir de 2004 conservés en chambre froide sous forme de microtubercules.

### **Caractérisation et évaluation**

La collection d'arachide constituée à partir de 1924 et composée des 550 cultivars restants a fait l'objet d'une caractérisation morpho-agronomique en 2003 en suivant la liste des descripteurs du genre *Arachis* L. de IBPGR/ICRISAT.

La collection de niébé a fait l'objet d'une caractérisation moléculaire aux USA et dans le même temps, le laboratoire de biologie moléculaire du Centre d'Etudes et Recherche pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse de l'ISRA (CERAAS) a entrepris un certain nombre de travaux dans le domaine de la génomique. Des cartes génétiques notamment sur le niébé sont quasiment réalisées. L'objectif de ces études est l'utilisation des QTL dans l'amélioration à la sécheresse du niébé. Cependant, ces résultats nous permettront, en fonction des moyens disponibles, d'avoir accès à un large éventail de techniques de marquage moléculaire adaptées nos différentes collections en vue de les caractériser moléculairement et de les classer suivant des indices de distance génétique utiles dans le cadre de l'élargissement de la base génétique d'un schéma de sélection.

La collection de fonio est inscrite pour une caractérisation agrobotanique en 2004 et les autres collections le seront en fonction des disponibilités des supports financiers que l'on pourrait avoir à l'avenir.

Cette activité permet une meilleure gestion des collections, la création des 'core collection', l'identification des doublons et l'exploitation future des accessions retenues qui est la finalité de la conservation.

### **Documentation et échange d'informations**

La fixation des informations et leur échange sont liés à la disponibilité de moyens informatiques adéquats. Ces informations accompagnant les accessions sont encore très fragmentaires car le programme relativement jeune, a mis l'accent sur l'acquisition des ressources génétiques pour ensuite procéder à leur documentation selon les normes pour en faciliter l'exploitation et les échanges attendus.

Pour l'heure, seule la collection des fonios dotée de données MCPD et à caractériser en juillet sera relativement complète. Elle est consultable actuellement sur MS Access. Ensuite suivront les autres collections étant entendu que certaines resteront incomplètes en données MCPD de standardisation du fait de leur ancienneté.

Une personne focale pour la documentation a été nommée pour une bonne prise en charge de ce volet à relier au renforcement de l'équipement informatique comme nous le verrons.

### **Renforcement des compétences**

#### *Infrastructures*

L'ISRA a doté le programme de conservation et gestion des ressources génétiques d'un laboratoire performant, moderne, spacieux et fonctionnelle occupant une surface au sol de 550 m<sup>2</sup>. Cette Unité de recherche est composé de laboratoires (3), chambres de culture (4 dont 2 rotatives), chambre froide (1), salle de congélation (1), salles de repiquage (2), salle des balances (1), salle de conférence (1), laverie, serre insect proof à brumisation automatique et de bureaux (5).

### **Équipement**

- De biotechnologies végétales: Ils comprennent 4 automates indépendants régulant les conditions climatiques permettant aux 4 chambres de culture de fonctionner pour une capacité totale de 70.000 vitro-plants, avec autoclaves automatiques, étuve, four, stéréomicroscope, réfrigérateurs, gamme de 4 balances analytiques et de précision, divers appareils de culture *in vitro* et d'électrophorèse;
- De conservation: Ils comprennent 3 congélateurs mobiles à tiroir, 1 déshumidificateur pour la chambre froide, 2 étuves illuminées de germination, 1 étuve Chopin, étuve de déshydratation, loupe éclairante, etc.
- De détection d'infection virale primaire: Ils comprennent équipement complet pour test immuno-enzymatique - ELISA disponible dans le laboratoire de contrôle de qualité des semences du partenaire de la Direction de l'Agriculture situé 3 Km de l'ISRA-URCI.

Le renforcement souhaité dans ce domaine en sus de l'effort fait par le Sénégal est (i) l'équipement informatique permettant de mettre en place un système d'information intégré au réseau informatique car l'unité est ciblée et reliée à un serveur; (ii) un véhicule 4x4 permettant les activités de sensibilisation pour une participation plus effective des communautés autochtones dans la gestion, les activités de collecte et le suivi de la conservation *in situ*.

### **Formation**

L'activité est initiée par un stage pratique du curateur en gestion de banque de gènes et des questions de propriété intellectuelle en Suisse pour deux mois en 2004. Elle se poursuivra pour les collaborateurs au sein de la banque de gènes et les partenaires du programme, dès que les crédits le permettront.

### **Collaborations**

Basé sur un noyau restreint, le programme fonctionne en formant de manière dynamique des équipes plus étoffées pour prendre en charge la tâche du moment, à mettre en œuvre.

Des collaborations externes sont également développées dans le domaine de la formation et d'échange d'expériences avec les pays et universités du Nord (France, Belgique, Suisse, etc.).

Il serait souhaitable, de développer et renforcer la collaboration sous-régionale entre proches voisins afin de partager des infrastructures et équipements avec des coûts réduits de déplacement, des stratégies communes ou complémentaires de gestion et un échange d'expériences renforcé.

### **Politique et stratégies**

La politique nationale que l'on souhaite mettre en œuvre est reflétée dans la position africaine défendue dans les différents fora auxquels le programme a pris part. On retrouve dans le premier paragraphe la stratégie régionale qui est privilégiée et la volonté de bien préparer les sessions au niveau international pour mieux répondre aux attentes et défendre les intérêts du pays et de la sous-région.

Suite à la ratification très prochaine du Traité International par notre pays, une politique d'harmonisation des législations et réglementations nationales à mettre en œuvre très prochainement doit être développée. Leur réalisation via des agences telle la Commission de l'UEMOA en facilitera d'autant leur mise en application.

### **Contraintes au développement du programme**

La principale contrainte du programme fut le manque d'autonomie pour les missions de suivi de la conservation *in situ*, d'enquêtes auprès de communautés autochtones sur des questions clés relatives au Traité International et à la gestion des ressources génétiques.

La recherche de moyens financiers pour pérenniser les résultats acquis entrave fortement le bon déroulement du processus pour cause de faible nombre des ressources humaines totalement impliquées.

### ***Conclusion et recommandations***

Le programme remercie les organisateurs de l'invitation et de la prise en charge permettant une participation effective aux échanges et à la définition d'une vision commune et d'un plan d'action sur les ressources phylogénétiques.

Il souhaite que les recommandations à l'issue des travaux permettent un développement harmonieux et durable des programmes nationaux dans l'intérêt des entités regroupées et de leurs Etats respectifs.

## Networking on forest genetic resources in sub-Saharan Africa with special attention to Bioversity-SAFORGEN Programme

*O. Eyog-Matig*

*Bioversity International*<sup>25</sup>, SAFORGEN Programme, Cotonou, Benin

### **Abstract**

Africa's forest cover totals about 520 million ha and constitutes 17% of the global forest cover. The continent has the world's second largest tropical rainforest. The region hosts more than 50,000 known plant species with an estimated 20 000 plant species for South Africa, more than 15 000 for Cameroon, 11 000 for the Democratic Republic of Congo (DRC), and at least 8000 plant species in Kenya. For many sub-Saharan African (SSA) populations, the continuing use of forest products contributes to food security and its essential elements of household income and human nutrition. Despite efforts by African countries to mitigate the negative impacts of overexploitation of forest resources, countries continue to lose the forest cover (-0.7% per year), species habitats and important forest species. Collaboration among countries through networks was the strategy adopted by SSA countries with the support of the international forestry community. Several forestry networks were established at national, sub-regional and regional levels. The most relevant regional ones presented in this paper are: the Forestry Research Network in Sub-Saharan Africa (FORNESSA), the African Forestry Research Network (AFORNET), the Global Information Service (GFIS) for Africa and the Sub-Saharan African Forest Genetic Resources Network (SAFORGEN). Regional forestry networks are affiliated and collaborating with country research system. Except for SAFORGEN and GFIS that are more focussed, other networks are handling most of the forestry disciplines, such as management, agroforestry, plantations, non-timber forest products, genetic resources and biodiversity. Despite the common concerns that would have lead staff, national institutions and regional networks to work in close collaboration, working together still needs to be strengthened at all levels.

### **Introduction**

Forests are among the most complex ecosystems in the world and the African continent has a large variety of plant ecosystems that encompass various savannahs and forest ecosystems. Forests provide a wide range of functions, benefits and products, such as timber, fuel wood, food, medicines, protection of environment, shelter, place for rituals and tourism. Forests host a great number of species that contain a substantial level of genetic variation. However, this diversity is under threat, due to unsustainable management practices, such as shifting cultivation, forest fires, loss or fragmentation of species habitats, and overexploitation of important forest plant species, among others. The need for forest resources to be managed sustainably becomes widely acknowledged.

Many countries in SSA are now aware of the urgency to conserve forest genetic resources within forests and have started implementing national programmes. They have defined their own priorities and allocated resources for implementing such programmes. Several sub-regional, regional and international initiatives were launched to support countries in their efforts in prioritising their needs and implementing selected activities. The following initiatives are recognized, among others in SSA:

(i) The capacity building programme initiated by SAREC and the African Academy of Sciences that led the launching of AFORNET with financial support from Sida (1998-2001); (ii) FORNESSA was established and inaugurated on 7 July 2000 at FAO Regional Office for Africa



in Accra, Ghana. It is a federation of three sub-regional forestry networks, including Association of Forestry Research in Eastern Africa (AFREA) (East Africa), CORAF-Forêt (West and Central Africa) and SADC-FARN (Southern Africa); (iii) The International Union of Forest Research Organisations (IUFRO) has established the Global Forest Information Service (GFIS), with an African component (GFIS-Africa Project) to enhance access to and provision of quality forest-related information, especially through electronic media.

During the regional meeting of national tree seed centres held in Dakar in April 1997, attended by representatives from 12 African countries, the participants agreed that national efforts in conserving and utilizing forest genetic resources (FGR) need to be supported and strengthened and harmonized regionally to avoid duplication. The participants further recommended the need to set up a mechanism to combine and share expertise, identify gaps in current forestry conservation and utilization programmes, and mobilize support for research, development and implementation of activities to safeguard FGR in Africa.

The workshop also recommended that Bioversity, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and other international and regional organisations support the mechanism. Following these recommendations, the modalities for setting up such a programme was discussed during the first training workshop on Conservation, Sustainable Management and Use of Forest Genetic Resources in sub-Saharan Africa, held in Ouagadougou, Burkina Faso, on 16-27 March 1998. Further, Bioversity in collaboration with FAO accepted to assist countries in implementing the SAFORGEN programme in response to requests by country representatives during the Ouagadougou FGR workshop and the training workshop organized in Nairobi in 1999 for English speaking countries in SSA. Assessing country FGR status was the first task that FAO in collaboration with the SAFORGEN Programme initiated.

## **Overview of the status of forest genetic resources in SSA**

### **Forest resources**

- *Forest cover*

Forest covers vary between regions and between countries in West and Central Africa (WCA). West Africa accounts for 83 369 000 ha of natural forest and 1 710 000 ha of forest plantations while the Central Africa sub-region for the same period (in 2000) had 227 377 000 ha of natural forest and 8 036 000 ha of forest plantation (FAO, 2001). The DRC alone had in 2000 more than half (135 110 000 ha) of the Central Africa natural forest cover.

The closed forest area (Table 1) was representing in 2000, 10.8 % of the land area in West Africa and 53.1 % in Central Africa sub-regions.

In East Africa the highest forest cover change within 1990-2000 affects Madagascar and Kenya. Madagascar is considered as hosting many endemic species in Africa.

- *Forest resources and tree diversity*

WCA forests are rich in resources. Forest wood volume in Central Africa is 29.131 million m<sup>3</sup>, representing 62.6% of Africa wood and the main timber commercial species include Cameroon Ayous (*Triplochiton scleroxylon*), Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), Frake (*Terminalia superba*) and Azobé (*Lophira olata*). In Equatorial Guinea and Gabon the most threatened species are Okoumé (*Aucoumea klaineana*) and Ozigo (*Dacryodes buettneri*).

In the Sahelian area, the flora is made up of about 1200 plant species, 40 of which are strictly endemic (Kigomo 1998). The Sahelian area is the privileged domain of *Acacia*. The main woody species found are: *Acacia nilotica*, *A. raddiana*, *A. senegal*, *A. seyal*, *A. tortilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Borassus aethiopum*, *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera*, *Combretum glutinosum*, *Commiphora africana*, *Dalbergia melanoxylon*, *Faidherbia albida*, *Hyphaene thebaica*, *Phoenix dactylifera*.

Introduced species include *Azadirachta indica* (neem tree), *Eucalyptus camaldulensis*, *Prosopis juliflora*, *P. chilensis* and *Senna siamea*.

In the Sudanian area there are about 2750 plant species, a third of which are endemic. The main woody species include: *Adansonia digitata*, *Acacia sieberana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Ceiba pentandra*, *Daniella oliveri*, *Ficus sycomorus*, *Isobertinia doka*, *Khaya senegalensis*, *Parkia biglobosa*,

Table 1: Land area, population and forest resources data for West and Central Africa countries

Country <sup>1</sup>	Land area <sup>1</sup> 1998	Popula- tion <sup>1</sup> 1999 (000)	Closed forest area <sup>2</sup> (000 ha)	Closed forest as % land	Forest area in protected area <sup>3</sup> (000 ha)	Forest available for wood supply <sup>3</sup> (000 ha)	Area available for wood supply as % land area
West Africa							
Benin	11063	5937	546	4.9	848	517	4.6
Cote d'Ivoire	31800	14526	3248	10.2	712	655	2.0
Ghana	22754	19678	1534	7.1	570	519	2.2
Guinea	24572	7360	1750	7.0	346	329	1.3
Liberia	11137	2430	4124	32.0	35	34	0.3
Nigeria	91077	108945	4456	4.8	946	889	0.9
Sierra Leone	7182	4717	725	10.1	53	52	0.7
Togo	5439	4512	272	5.0	71	61	1.1
Mean %				10.8			1.6
Central Africa							
Cameroon	46640	14693	19985	42.9	2624	2336	5.0
CAR	62297	3550	4826	7.7	3436	2749	4.4
Congo	34150	2864	22000	64.4	3088	2656	4.9
D.R. Congo	226205	50335	126236	55.6	12169	11195	6.1
Equatorial Guinea	2805	442	1774	63.2	193	172	11.6
Gabon	25767	1197	21800	84.6	3492	2993	7.7
Mean %				53.1			6.6

Source: FAO 2001a, Global Forest Resources Assessment. Main Report in Okali and Eyog-Matig, 2004

<sup>1</sup> Appendix 3: Table 1. Basic Country data

<sup>2</sup> Appendix 3: Table 5. Forest cover – latest national statistics

<sup>3</sup> Appendix 3: Table 15. Forest in protected areas / available for wood supply (areas given were derived by applying percentages in Table 15 to forest area also in the same table)

Table 2: Change in forest cover in East Africa from 1990 to 2000

Country/Area	Forest cover in 1990 (000 ha)	Forest cover in 2000 (000 ha)	Proportion of forests in 2000 (%)	Annual change (000 ha)	Area under national parks and game reserves in km <sup>2</sup> ( %)
Djibouti	6	6	0.3	n.s.	-
Eritrea	1,639	1,585	13.5	-5	-
Ethiopia	4,996	4,593	4.2	-40	-
Kenya	18,027	17,096	30.0	-93	44,917, (7.7%)
Somalia	8,284	7,515	12.0	-77	-
Tanzania	39,724	38,811	43.9	-91	41,719, (4.4%)
Uganda	5,103	4,190	21.0	-91	15,115, (6.4%)
Madagascar	12,901	11,727	20.2	-117	-
Mauritius	17	16	7.9	n.s.	-
Seychelles	30	30	66.7	n.s.	-
Comoros	12	8	4.3	n.s.	-
Total East Africa	90,739	85,577	20.8	-514	-

Source: FAO 2001b

*Piliostigma thonningii*, *Prosopis africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Sclerocarya birrea*, *Strichnos spinosa*, *Tamarindus indica*, *Vitellaria paradoxa*, *Ziziphus mauritiana*, *Ziziphus mucronata*.

The most widely used exotic species in reforestation programmes include *Anacardium occidentale*, *Azadirachta indica*, *Casuarina equisetifolia*, *Dalbergia sissoo*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Jatropha currcas*, *Senna siamea* and *Thevetia nerioifoli*.

The ecological zones of East Africa are characterized (FOSA, East Africa 2002) by two of the world's top 25 "hotspots" for biodiversity conservation, found in East Africa. These two areas are Madagascar and the Eastern Arc forests in Tanzania. The following are the main ecological zones of Eastern Africa:

**Coastal Forest** – The coastal eco-region runs from the Juba River in Somalia through Kenya and Tanzania down to Mozambique and includes the offshore islands. The most important habitats within this zone are remnant patches of lowland forests, often on hills where rainfall is slightly higher.

**Moist Forest** – This zone is found around the shores of Lake Victoria, stretching into much of southern and central Uganda. The number of endemic species is not high, although species richness is high for all taxonomic groups. This area has a large number of species typical of the WCA forest zones that reach their easternmost limits here.

**Montane Forest** – This zone includes the following ecoregions: The *Eastern Arc Mountains* ecoregion runs in an arc from the Pare Mountain in northern Tanzania, through the East and West Usambaras, Uluguru, Ukaguru and down to the Udzungwa Mountains. The Arc covers 14 districts and many isolated forests. The biodiversity of the Eastern Arc is among the highest in the world.

The *Albertine Rift* ecoregion is found in the mountains that form the border between the DRC and Tanzania, Uganda, Burundi and Rwanda. The biodiversity importance of the Albertine Rift is high. Parts of these forests are protected by the Mhale Mountains National Park in Tanzania and various forest reserves.

The *Kenya-Tanzania Volcanic Mountains* ecoregion includes the highland areas of Ngorongoro, Mounts Meru and Kilimanjaro in Tanzania and many similar, but less famous, volcanic mountains in Kenya. Montane forests and grasslands are the most important habitats for the endemic species in this ecoregion.

**Acacia Savannah** – This ecoregion stretches from southern Kenya, through the Serengeti Plains, southward into central Tanzania. This habitat is characterized by short grasslands and Acacia trees with small rocky outcrops. There are few endemic species found in this ecoregion, although high endemism is found in the animals of the Serengeti National Park, especially among birds.

**Acacia-Commiphora Thorn Bush** – This ecoregion is found in Kenya and Tanzania where there are relatively few endemic vertebrates, but high endemism in plants and invertebrates. The main biological value of the area is for populations of large mammals.

**Brachystegia-Jubernadia Savanna Woodland** – This important ecoregion covers part of the vast Miombo woodlands of southern and eastern Tanzania that extends into Zambia, Mozambique and Zimbabwe. A few endemic species are confined to small portions of this vast area, but several hundred endemic species can be found throughout the Miombo woodlands.

In the Southern Africa (FOSA Southern Africa, 2002) the natural forest types are composed of the miombo forest forms, the most extensive vegetation type in the areas north of Limpopo River. Trees of *Brachystegia*, *Jubernadia* and *Isobertinia* species dominate this type.

The Zambesi teak forests are found in the western parts of Zimbabwe and Zambia and cover northern Botswana, northeastern Namibia and some parts of southeastern Angola. The major species is *Baikia pterygota*. This forest type is called the Kalahari forest.

The Mopane woodlands are found in the drier lower areas and are associated with the sodic soils. The major species is *Coleospermum mopane*. Mopane woodland areas are often connected to other major vegetation types as the miombo forests above.

The Montane forests are found in pockets on high altitude/high rainfall areas in Malawi, Mozambique, Zambia and Zimbabwe.

The mangrove forests are found in Mozambique and Angola along the coastline. These forests, although covering a small area, are important as they protect coastlines of these countries. Their habitat function is important because of their high species diversity.

### Utilization of forest resources

#### *Example of the Sahelian and North Sudanian Africa*

Eleven utilization types of forest resources have been identified (Figure 1) in the Sudano-Sahelian zone. The most important utilization type of forest resources is represented by fuelwood and charcoal due to the high rate of population growth in Sahelian zone countries and the relatively low revenue.

Use types include fuelwood, charcoal, posts, poles, non-wood products (gums, resins, oils, tannins, medicines, dyes, etc.), food, timber, fodder, shade and shelter, agroforestry systems, soil and water conservation, amenity (aesthetic, ethical values), pulp and paper.

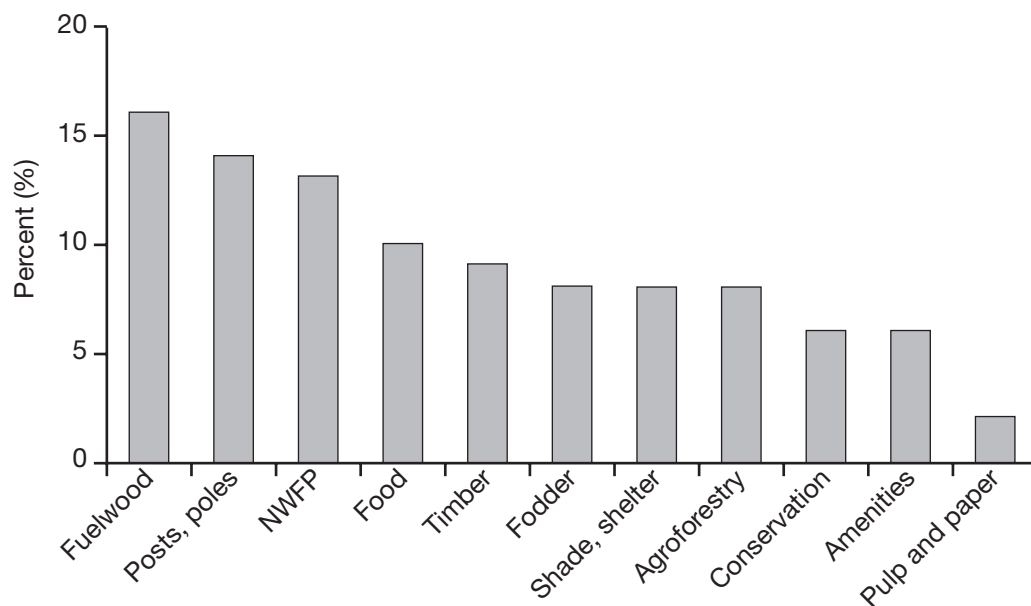


Figure 1: Use types of tree species in the Sahelian and North Sudanian Africa  
Source: country reports (1998) in Sigaud and Eyog-Matig, 2001

Timber exploitation is relatively high in Central Africa. It affects countries with humid forest areas, such as Cameroon, the Central African Republic (CAR), Congo, DRC, Equatorial Guinea and Gabon.

### Threats on forest resources

#### Major causes of the threats

There are four (Figure 2) major threats that impact on the species in the Sahelian and North Sudanian zones. Environmental conditions, such as rainfall shortage account for 39% followed by over-felling (29%) for firewood and agriculture, mainly and overgrazing (22%). In the most tropical forest ecosystems of WCA, over-felling due to agriculture and logging activities is ranked top as the major cause of the threats.

The State of the World's Forests (FAO 2003) indicates (Table 3) a faster (-1.26% annually) trend of loss of forest cover in West Africa than in Central Africa (-0.93%). Species that are threatened and/or lost are specified in Table 4.

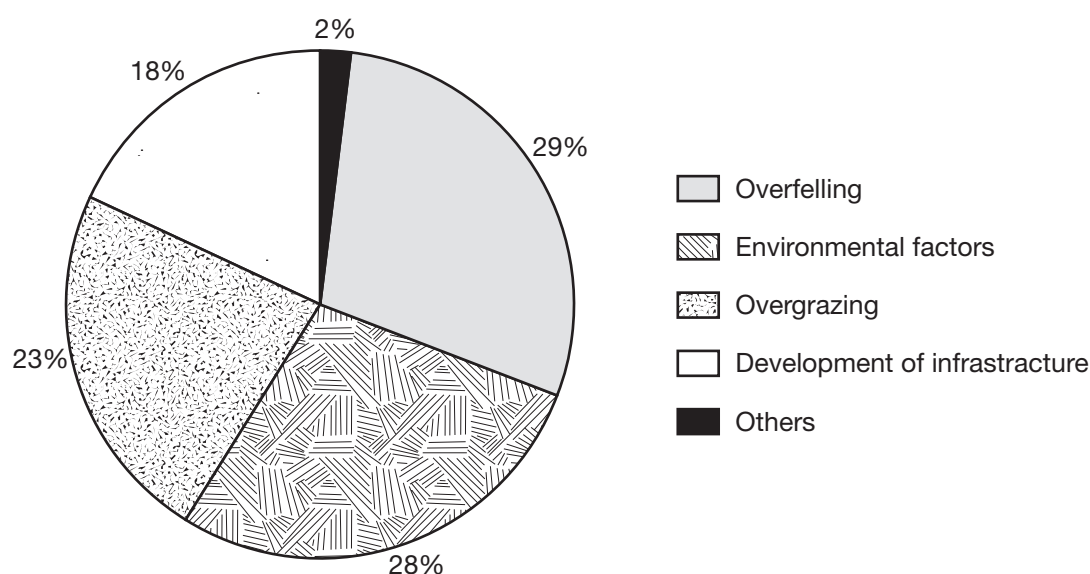


Figure 2: Causes of threats to forest genetic resources integrity for 16 top priority species

**Note:** Nature and importance of threats related to 16 species and their populations in Sahelian and North Sudanian Africa. Information provided in country reports for each species' population regarding its level of security and the nature of possible threats has been compiled. Number of species studied: 16; number of populations: 159. "Others" include vegetation, insect or disease pests, and fire. The relative low importance given to bush fires may be linked to the fact that it is not considered as a primary factor of threat, but associated with human activities such as agricultural extension (overfelling) and (over)grazing. For the list of species, see Figure 2 in Sigaud and Eyog-Matig, 2001.

Table 3: Forest cover loss in Africa, 1990 – 2000

Sub-region	1990	2000	Annual change (%)
	(million ha)		
North Africa	77.5	68.1	-0.94
East Africa	90.8	85.6	-0.51
Southern Africa	199.4	183.1	-1.62
Central Africa	250.1	240.7	-0.93
West Africa	84.7	72.2	-1.26
Total Africa	702.5	649.9	-0.80

Source: FAO 2003a in Okali and Eyog-Matig, 2004

### Management strategies

#### • *In situ conservation*

Forest managers in SSA address forest degradation through conservation measures and poverty alleviation through the use forest resources. The management of forest resources will, therefore, consist of a wise balanced conservation and utilization measures that need to be taken when developing the forest management plans. Forest inventories and socio-economic surveys, because of their high costs, constitute the major limiting factors for developing forest management for most of SSA countries. Only few countries (Table 5) have forests (representing a small proportion of the forest land) under management plan.



Table 4: Species and populations considered under threat

Countries	Threats at species level	Threats at population level
<b>Benin</b>	<i>Azelia africana</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	
<b>Burkina Faso</b>		<i>Acacia senegal</i> , <i>A. seyal</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Bombax costatum</i> , <i>Faidherbia albida</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Vitellaria paradoxa</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> , <i>P. lucens</i>
<b>Cameroon</b>	<i>Azadirachta indica</i> , <i>Dalbergia melanoxylon</i>	<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia seyal</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Khaya senegalensis</i>
<b>Chad</b>	<i>Azadirachta indica</i>	<i>Acacia senegal</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Vitellaria paradoxa</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i>
<b>Côte d'Ivoire</b>	<i>Cassia sieberiana</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> , <i>Ficus capensis</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	
<b>Eritrea</b>	<i>Acacia etbaica</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Boswellia papyrifera</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Dodonaea angustifolia</i> , <i>Juniperus procera</i> , <i>Olea africana</i> , <i>Tamarindus indica</i> , <i>Ximania americana</i>
<b>Gambia</b>	<i>Bombax buonopozense</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Oxytenanthera abyssinica</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> , <i>Raphia</i> spp.	<i>Azelia africana</i> , <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> , <i>Erythrophileum guineense</i> , <i>Mitragyna inermis</i> , <i>Parinari macrophylla</i> , <i>Rhizophora racemosa</i> , <i>Vitex doniana</i>
<b>Kenya</b>	<i>Acacia tortilis</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Faidherbia albida</i>	<i>Tamarindus indica</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i>
<b>Mali</b>		<i>Gilbertiodendron glaudolosum</i> , <i>Guibourtia copallifera</i>
<b>Mauritania</b>		<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia senegal</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i> , <i>Boscia senegalensis</i> , <i>Borassus flabelifer</i> , <i>Combretum micranthum</i> , <i>Commiphora africana</i> , <i>Hyphaene thebaica</i> , <i>Faidherbia albida</i> , <i>Grewia bicolor</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> , <i>Raphia soudannica</i> , <i>Tamarindus indica</i>
<b>Niger</b>	<i>Acacia senegal</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Lannea microcarpa</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Sclerocarya birrea</i>	<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia seyal</i> , <i>Acacia raddiana</i> , <i>Commiphora africana</i> , <i>Pterocarpus lucens</i>
<b>Nigeria</b>	<i>Bombax costatum</i> , <i>Guiera senegalensis</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia Senegal</i> , <i>Annona senegalensis</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Carrisa edulis</i> , <i>Hyphaene thebaica</i> , <i>Lannea bacteri</i> , <i>Phoenix dactylifera</i> , <i>Piliostigma thonningii</i> , <i>Ximania americana</i> , <i>Ziziphus spina christii</i>
<b>Senegal</b>	<i>Faidherbia albida</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia senegal</i> , <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Cordyla pinnata</i> , <i>Dalbergia melanoxylon</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Pterocarpus lucens</i> , <i>Saba senegalensis</i> , <i>Sclerocarya birrea</i> , <i>Sterculia setigera</i> , <i>Tamarindus indica</i>
<b>Sudan</b>		<i>Acacia mellifera</i> , <i>Acacia seyal</i> , <i>Acacia tortilis</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Albizia amara</i> , <i>Albizia alymeri</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Dalbergia melanoxylon</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> , <i>Faidherbia albida</i> , <i>Hyphaene thebaica</i> , <i>Lannea fruticosa</i> , <i>Sclerocarya birrea</i> <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i>
<b>Togo</b>	<i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Botrichium chamaeaeonium</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Dorstenia walleri</i> , <i>Faidherbia albida</i> , <i>Garcinia atzela</i> , <i>Garcinia kola</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Parinari</i> sp., <i>Polyscias pulva</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	

Source: Country reports (1998) in Sigaud and Eyog-Matig, 2001

Table 5: Land area, population and forest resources data for the study countries

Country <sup>1</sup>	Land area <sup>1</sup> 1998	Forest in protected area <sup>2</sup> (% land area)	Forest under management plan	
			000 ha	%
<b>West Africa</b>				
Benin	11063	7.6	-	-
Cote d'Ivoire	31800	2.2	1387	19
Ghana	22754	2.5	-	-
Guinea	24572	1.4	112*	n.ap
Liberia	11137	0.3	-	-
Nigeria	91077	1.0	832*	n.ap
Sierra Leone	7182	0.7	-	-
Togo	5439	1.3	12	2
<b>Central Africa</b>				
Cameroon	46640	5.6	-	-
Central African Republic	62297	5.5	269	n.ap
Congo	34150	9.0	-	-
D.R. Congo	226205	5.4	-	-
Equatorial Guinea	2805	6.9	-	-
Gabon	25767	13.5	-	-

Source: FAO 2001a, Global Forest Resources Assessment. Main Report:

\* Partial result only. National figure not available

<sup>1</sup>. Appendix 3: Table 1. Basic country data

<sup>2</sup>. % obtained by dividing forest in protected areas by country land area (in Table 1)\*100

#### • *Ex situ conservation*

With the increasing pressure on forest resources, farmers are encroaching on protected areas to practice agriculture. *Ex situ* conservation strategies become, in this case, the most appropriate conservation strategy for species that are severely threatened. This consists of a range of measures starting from collecting seeds for conservation, to various plantation types, such as seed orchards and botanical gardens.

However, tree seed system represents the weak point in SSA. There are a limited number of countries with organized tree seed systems. Most of the tree seed centres or programmes initiated in 1980s have collapsed because of the decrease in public financial support and inappropriate management policies and strategies (limited flexibility to re-adjust the strategy when the government is no longer the major actor on forest plantation).

Success in conserving FGR among countries has been limited. Joint efforts within a regional network on FGR seem to be the best way to solve the problems of duplication, and limited human and financial resources to create synergies among countries.

### **SAFORGEN as a regional conservation mechanism**

#### **The scope of SAFORGEN Programme**

Highlighting the intra-specific importance and value of tree species; and developing sound conservation strategies for important tree species are the major concerns that characterize SAFORGEN, making the programme unique. Before launching SAFORGEN in January 1999, Bioversity was better known in SSA as a crop-oriented Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) centre with activities on plant descriptors, lesser-known crops, gene bank management and capacity building. Activities on FGR started in 1997 with the support to SSA National Tree Seed Centre to organize a network meeting in Dakar, Senegal. This was followed by Bioversity's contribution to study the genetic erosion of African key tree species in Burkina Faso and Kenya. The genetic diversity of various populations of *Anogeissus leiocarpus* and *Acacia senegal* in Burkina Faso were mapped. In Cameroon, Bioversity has initiated

research in collaboration with IRAD, a national agricultural research system (NARS), on the impact of selective logging on the genetic diversity of *Lophira alata*, within Tropenbos area. Work on recalcitrant and intermediate tropical tree seed was organized in collaboration with DFSC through the Neem network.

The key question is why the need for an Bioversity FGR programme in SSA, given that there are other actors in the forestry sector; Bioversity's resources will be stretched by the great and diverse needs of the continent. The response to this question is derived from the uniqueness of Bioversity's strategy on FGR that focuses on intra-specific diversity, which is getting an increasing value for forest species and also because SSA excels in forest diversity with a high level of endemism. Moreover, Bioversity has experience on crop species built from developing conservation strategies to protect the whole range of the current diversity within species that are important to farmers and are over-exploited or threatened.

Notwithstanding all efforts deployed, SSA countries' needs are still huge, because the African tropical forest is the most complex ecosystem. Where resources are limited, it is often better to choose strategies with the greatest impact. FGR in SSA remain a domain where, with a clear vision of country needs, and with its comparative advantages, Bioversity's impact could be rapid and visible.

SAFORGEN is a voluntary instrument of international co-operation in research and development that aims at promoting collaboration and catalyzing action among national and regional or sub-regional institutions towards conservation and sustainable use of forest genetic resources in SSA. SAFORGEN operates in three sub-regions in SSA: WCA, eastern Africa and southern Africa.

SAFORGEN's work in SSA is linked to Bioversity's global projects and programmes that are implemented within SSA and the whole continent. It also works with Bioversity's global Forest Genetic Project that has activities in several countries worldwide, such as the Recalcitrant Tree Seeds. National research projects include species such as *Anogeissus leiocarpus* and *Acacia senegal* in Burkina Faso, and Shea butter tree in Benin.

### **SAFORGEN history**

Several countries in SSA are now aware of the urgency of conservation of FGR and have begun to implement national strategies to conserve them. Some countries have defined national priorities and allocated resources for implementing these programmes. During the regional meeting of national tree seed centres in Dakar, Senegal in April 1987, representatives from 12 African countries agreed that these efforts need to be supported and strengthened nationally and harmonized regionally to avoid duplication. They recommended that a mechanism be set up to combine efforts, share expertise, identify gaps in current forestry conservation and utilization programmes, and mobilize support for research, development and implementation activities that are needed to safeguard and use African FGR. The workshop also recommended that Bioversity, FAO and other international and regional organizations support the establishment of this mechanism. Following this recommendation and during the World Summit on Environment and Development (UNCED), the modalities for setting up such a programme were discussed during the First Regional Training Workshop on Conservation, Sustainable Management and Use of Forest Genetic Resources in SSA. This workshop was organized by Bioversity, UNEP, FAO, DFSC, ICRAF, CIRAD-Forêt and other relevant organisations on 16-27 March 1998 in Ouagadougou, Burkina Faso for French speaking countries. The participants agreed that the programme should coordinate efforts for efficient and cost-effective conservation of FGR. On 22-24 September 1998, in Ouagadougou, Burkina Faso, FAO in collaboration with Bioversity and ICRAF organized a sub-regional workshop, aiming to assist SSA Sudano-Sahelian and North Sudan countries in assessing FGR status in their countries and to prepare a regional Plan of Action. Fifteen SSA countries attended the workshop. Delegates recommended "the establishment of a regional research-oriented programme for FGR in SSA and expressed willingness to support the regional structure by acting as a focal instrument for future actions. Participants indicated high expectations of SAFORGEN as an implementing mechanism. A satellite meeting discussed the scope, objectives, mode of operation and funding for SAFORGEN,

and decided that when the programmes started working, it would be a useful platform to carry out several research activities listed in the Sub-Regional Plan of Action on FGR for Sahelian and North Sudanian countries in SSA. Bioversity and FAO accepted the request by country representatives to assist in implementing SAFORGEN. The programme was launched in Benin in January 1999, and it subsequently organized the Second Regional Training Workshop for English speaking countries in SSA in Nairobi, Kenya on 6-11 December 1999. Thirty-six participants from 13 countries in eastern and southern Africa, and Ghana and Nigeria attended this event. Experts have endorsed SAFORGEN's organizational structure and mode of operation and they recommended that the programme enters into understanding with individual partner countries in the region through a letter of agreement (LOA) specifying the modalities of collaboration.

### **How the Programme is organised (objective and mode of operation)**

#### *Goal*

SAFORGEN aims at enabling people and institutions in SSA to use and maintain forest biodiversity optimally.

#### *Purpose*

Knowledge, methods and tools for conservation and sustainable use of forest biodiversity developed in partnership with national institutions in SSA.

#### *Objective*

To reach this goal, SAFORGEN pursues the following three specific objectives:

- Dynamic processes that shape forest genetic diversity assessed, from population to landscape level;
- Strategies, methods and tools developed for the conservation and sustainable use of forest biodiversity;
- Knowledge and information developed and disseminated to international fora and national programmes about conservation and sustainable use of FGR.

#### *Ecoregional focus*

The approach of grouping countries has taken account of the following factors: different regional economic communities that have developed community agricultural and forestry policy, and similarities in forest ecosystems that assume common concern for countries with same ecosystem.

The first level of grouping of countries will, therefore, consider the economic communities such as the Inter-Governmental Authority on Drought and Development (IGAD)- East Africa; the Economic Commission of West African States (ECOWAS) - West Africa; CEMAC and CEEAC (Central Africa) and the Southern Africa Development Community (SADC) - Southern Africa). The second level of grouping is based on similarities of ecosystems (dryland, miombo woodland and humid forest.) SAFORGEN's programme priority ecoregions are as follows:

##### West and Central Africa (WCA):

- Dry ecosystems in WCA: This includes countries with drylands, such as the Sahelian countries (Burkina Faso, Chad, Mali, Mauritania, Niger and Senegal).
- Tropical moist forest ecosystems in WCA: This ecoregion includes the humid West African countries (Cameroon, CAR, Congo, Cote d'Ivoire, DRC, Gabon, Gambia, Ghana, Guinea, Liberia, Nigeria, Sierra Leone, etc.).

##### East and Southern Africa:

- Dry savannahs in East and Southern Africa: This ecoregion encompasses countries with drylands in East and Southern Africa (Kenya, Ethiopia, Eritrea, Sudan, South Africa, Botswana, Namibia).
- Miombo forest ecosystem in East and Southern Africa: This forest type includes the following countries: Angola, Mozambique, Tanzania, Zambia and Zimbabwe.



### **Priority research areas**

#### **Support to institutionalization of national FGR programmes and building capacities on conservation and use of FGR**

- Strategic objectives:
  - *To support the institutionalization at country level, of a coordinating mechanism among FGR stakeholders that ensures an effective conservation and sustainable utilization of FGR;*
  - *To assist SSA training institutions in their efforts in building capabilities.*
- Expected outputs:
  - National coordinating mechanism on FGR is settled;
  - National FGR programme is developed in SAFORGEN member countries;
  - Training modules on conservation of plant genetic diversity are developed and incorporated in the current training curricula for forest engineers and FGR specialists;
  - Specialists on conservation of FGR are trained.

#### **Generation of knowledge on conservation and sustainable use of forest genetic resources**

- Strategic objectives:
  - *To generate knowledge and develop methodologies and tools for assisting countries in their efforts of conservation and sustainable utilization of FGR.*
- Expected outputs:
  - Species are documented;
  - Decision support strategies for priorities on FGR are developed;
  - Methodologies for assessing genetic erosion are developed;
  - Methodologies for *in situ* and *ex situ* conservation of FGR are developed.

#### **Support to FGR networks**

- Strategic objectives:
  - *To support the development of functional FGR networks as a mechanism for supporting sub-regional and regional collaborative activities.*
- Expected outputs:
  - Networks on FGR listed and evaluated;
  - Regional FGR supported and strengthened;
  - Collaborative activities implemented (for example, developing databases, technical tools for promotion of conservation and use of FGR, generating and exchange of information and documentation, and other initiatives).

### **Collaboration with main SSA FGR networks**

SAFORGEN is promoting collaboration and partnerships among actors with a wide range of expertise and perspectives to address common problems in genetic resources work. The programme will extend and adapt to SSA, the Bioversity networking experience that has produced great impact in Europe (European Forest Genetic Resources Programme), in Asia (the International Network on Bamboo and Rattan) and at international level (the thematic network on recalcitrant and intermediate tropical forest tree seeds). It will also support the SSA forestry networks and working groups. This is why SAFORGEN networking strategy is based on the following three pillars:

- Using the existing structures to implement its activities, SAFORGEN will provide focal point leadership in networking on FGR in SSA. The programme will provide technical backstopping on FGR to sub-regional and regional forestry networks such as AFREA, AFORNET, CORAF-Forêt and SADC-FSTCU.
- Promoting FGR networking in SSA in close collaboration with relevant SSA sub-regional forestry networks at the field.
- Developing, with relevant SSA forestry networks, a strategy to raise funds for common interest activities.



### **Programme activities and main achievements**

- Membership: Sixteen SSA countries have endorsed Bioversity's agreement to be members of SAFORGEN.
- Capacity building: SAFORGEN has organized two regional training workshops for French and English speaking countries. Forestry staff from 60 countries were trained in conservation and use of FGR.
- Networking: Two network meetings were organized: one on medicinal trees and the other on food trees. The two meetings offered opportunities for member countries to come up with the networks species mandate lists and priority activities.
- Support to sub-regional networks:
  - SADC: To assess the status of FGR and to develop the forestry protocol.
  - CORAF Forestry network: To assess the status of five important fruit trees in the Sahelian sub-region and to develop the network strategy.
  - AFREA: to collect information on indigenous fruit trees and develop a proposal to be submitted to AFORNET funding.
  - AFORNET: SAFORGEN is member of the AFORNET Technical Committee and evaluates research proposals submitted to AFORNET.
- Field activities:
  - Developing conservation strategies on threatened species: Collaborative work with the University of Benin on two fodder tree species (*Azizica africana* and *Khaya senegalensis*). Similar activity with CERPHAPLATA, a NGO in Togo on two medicinal species (*Alstonia boonei* and *Nauclea latifolia*). The Kenya Forestry Research Institute (KEFRI) worked on two food trees (*Dialium orientale* and *Tamarindus indica*).
  - Indigenous fruit trees:
    - Filling gaps on reproductive biology on indigenous fruit trees in Benin: *Irvingia gabonensis*, *Dialium guineense* and *Vitex doniana*;
    - Documenting edible forest trees in Cameroon;
    - Writing a synthesis report on indigenous fruit trees in East Africa.

### **Conclusion**

SSA countries' problems in sustainable management of FGR are on three levels:

- Limited knowledge on how the species and forest ecosystems are functioning to develop sound forest management plans that ensure the sustainable utilization of forest resources;
- Inappropriate policies and practices with negative impacts on forest resources; and
- Limited human and financial means to implement the policies.

The depletion of forest resources is growing. Important species have disappeared because of intensive and inappropriate practices of exploitation. Forests are fragmented followed by the erosion of its genetic diversity. SAFORGEN is a platform for countries to join their efforts and generate knowledge to develop capacities and decision-making tools for policy making.

With modest support from Bioversity and other donors, SAFORGEN has trained SSA forest experts, supported other regional networks and generated knowledge on FGRs.

### **References**

- FAO. 2001. Global forest resources assessment. Main report. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 2001a. Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- FAO. 2001b. Markets for high-value added tropical hardwoods in Europe. FAO, Rome, Italy.
- Kigomo BN. 1998. Conservation, management and sustainable utilization of forest genetic resources in dry zone Africa; with special reference to the Sahelian zone. Forest Resources Division; Project IDEA. Forest Department, FAO, Rome.
- FOSA. 2002. Southern Africa sub-regional report. FAO, Rome, Italy .

FOSA. 2002. Sub-regional report for central Africa. FAO, Rome, Italy.

FOSA. 2002. East Africa sub-regional report. FAO, Rome, Italy.

Okali D, Eyog-Matig O. 2004. Lessons learnt on sustainable forest management for Africa: rain forest management for wood production in West and Central Africa. AFORNET, KSLA and FAO. Stockholm, Sweden.

Sigaud and Eyog-Matig. 2001. State of forest genetic resources in Sahelian and north-Sudanian Africa and sub-regional action plan. FAO Working Paper. Rome, Italy.

## **The Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWECA): Genesis, operations and opportunities**

*R.S. Vodouhe, G.E. Achigan Dako*

*Bioversity International<sup>26</sup>, Cotonou, Benin*

### **Abstract**

In adopting the Agenda 21, countries recognized the importance of international collaboration for the conservation and sustainable utilization of plant genetic resources (PGR) for food and agriculture. Interdependency of countries with regard to plant genetic resources management is acknowledged worldwide (CBD 1994; FAO 1998).

Aware of the danger that threatens the genetic resources of their plant species, national agricultural research systems (NARS) of West and Central Africa (WCA) and regional or international research centres working on genetic resources in the sub-region decided to constitute a regional network on genetic resources.

The idea was raised in 1990 at a meeting in Bouaké, Cote d'Ivoire; the decision to form the network was taken at a regional consultation on PGR management held in Dakar in 1995. At the follow-up meeting for the implementation of the Global Plan of Action in West and Central Africa in Cotonou, Benin in February 1998, the network was created under Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement (CORAF). The Bioversity International was asked to host its Secretariat in Cotonou, Benin.

The African Development Bank's (AfDB) grant supported Bioversity and the Interim Steering Committee to draft the basic legal instruments and tools for the network (constitution and strategic plan). Actions were also taken to equip national programmes with basic conservation, research, documentation, and communication facilities (deep freezers, laboratory equipment, computers and accessories). A crucial and urgent need to recruit qualified scientists and technicians was identified for national programmes. Different training courses have been organized at regional and national levels. Research activities on specific plant species neglected by research and extension services were also organized in collaboration with national programmes.

Opportunities for developing or strengthening regional collaboration in the new regional and international political and economic environment (globalization, the New Partnership for Africa's Development (NEPAD) initiative, GFAR, Forum for Agricultural Research in Africa (FARA), sub-regional organizations (SROs), Global Diversity Trust Funds, and policy issues related to intellectual property) are also presented and discussed.

### **Introduction**

Importance of regional and international collaboration for the conservation and sustainable utilization of PGR is acknowledged worldwide (CBD 1994; FAO 1998). The Round-table Dialogue between NARS of sub-Saharan Africa and the Directors General of International Agricultural Research Centres, held in 1992 in Nairobi, Kenya, identified networks as a valuable and important collaboration mechanism. Networks are important platforms for scientific exchange, information sharing, technology transfer, research collaboration, and for determining and sharing responsibilities, such as collecting, conservation, distribution, evaluation and genetic enhancement.

The West and Central African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD) have selected genetic resources management as a key cross-cutting research priority in its Strategic Plan in West and Central Africa. Aware of the danger that threatens the genetic resources of most plants and animals, CORAF/WECARD, the national PGR programmes and regional and international research centres working on genetic resources in the sub-region have decided to constitute a network on genetic resources. The idea was first raised in 1990 at a meeting in Bouaké, Cote d'Ivoire. This idea was further developed at the Regional Preparatory Meeting for the Global

Plan of Action (GPA) in Dakar in 1995. The decision to create the Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) was finally taken at the follow-up meeting for the implementation of the Global Plan of Action held in Cotonou, Benin in February 1998.

### ***Building the network***

At the Cotonou meeting, the orientation and the background of GRENEWCA were proposed. Participants at the meeting decided to base the secretariat of the network at Bioversity Office for West and Central Africa in Cotonou, Benin. An interim Steering Committee of nine members was formed to oversee the development of basic documents for the network (constitution, strategy and action plan and research programme).

The AfDB grant (1999-2001) supported the Steering Committee to organise and carry out several activities including drafting of the constitution, strategy and action plan and organizing research activities.

### **Constitution**

GRENEWCA's constitution was drafted by its secretariat and approved by the Interim Steering Committee during its annual meeting of 2000 in Cotonou, Benin. It is made of nine titles and twenty articles. The main items in the Constitution are related to:

- Its establishment: The network is created among national genetic resources programmes of WCA under the auspices of CORAF
- Its objectives: The network objectives are as follows:
  - Conservation and utilization of genetic resources for the development of agriculture and the economy of the sub-region;
  - Sustainable use and exchange of genetic resources in the region and beyond;
  - Institutional capacity building in the management of genetic resources;
  - Cooperation and exchange of information among member countries and institutions;
  - Raising of funds for implementing genetic resources programmes within the sub-region;
  - Raising awareness in genetic resources activities in the sub-region;
  - Conservation and utilization of the genetic resources for the development of agriculture and the economy of the sub-region;
  - Sustainable use and exchange of genetic resources in the region and beyond;
  - Institutional capacity building in the management of genetic resources;
  - Cooperation and exchange of information among member countries and institutions;
  - Raising of funds for implementing genetic resources programmes within the sub-region;
  - Raising the level of awareness in PGR activities in the sub-region.

The main duties of GRENEWCA are to:

- Contribute to the establishment and the strengthening of national genetic resources programmes and other interested groups;
- Promote the complementary conservation of genetic resources in the sub-region;
- Reinforce the link between conservation and utilization of genetic resources;
- Promote biotechnology related to genetic resources;
- Promote the collaboration and coordination of activities of the network with other networks;
- Facilitate the circulation and exchange of information within as well as among member countries and those outside the network;
- Promote the diffusion of research results related to genetic resources;
- Support all international, regional and national actions on the development of intellectual property right (IPR) for farmers and local communities vis-a-vis access and use of genetic resources;
- Promote the equitable benefit sharing that arises from the utilization of genetic resources according to the Convention on Biological Diversity (CBD) recommendations;

- Encourage the elaboration and implementation of biosafety legislation for the exchange and use of genetically modified organisms (GMOs);
- Encourage member countries, international institutions and others to develop and implement prior informed consent or agreement for collection and exchange of genetic resources material.

### Membership

Membership of the network is composed of the national programmes of genetic resources of West and Central Africa, regional or international institutions of research, and non-governmental organizations (NGOs) in the sub-region.



Figure 1: Member countries of GRENEWECA

### Associate members

The following partners are associated with the network:

- Africa Rice Centre (WARDA / ADRAO)
- Bioversity International
- International Institute of Tropical Agriculture (IITA)
- International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics (ICRISAT)
- International Livestock Research Institute (ILRI)
- The World Agroforestry Centre (ICRAF)
- Food and Agriculture Organization (FAO)
- Other institutions which shared similar views.



### Sources for funding the network activities

The network activities will be funded with the contributions of the members and associated members. Subsidies, grants, donations and members' contributions will form the general budget of the network. The network will be linked to donors through partnership in genetic resources management. In the framework of that partnership, special projects will be developed to construct conservation infrastructure, research programmes, human resources development, multiplication and re-introduction of germplasm in post war regions or areas subjected to natural disasters. The network can receive grants and donations from state organizations and any other donors, for its activities. However, the contributions and activities must be in line with missions assigned by the founding members.

### Strategic and action plan

Based on the network's vision and objectives, the strategy and action plan is conceived to endow the network with a programme and a modus operandi. The objectives and activities of the programme are as follows:

#### Objective 1:

To strengthen and support national plant genetic resources programmes.

The key activities to be undertaken for this objective will include to:

- Review and assess current institutional frameworks for PGR within countries;
- Promote country implementation of the global frameworks in support of PGR, such as the Global Plan of Action;
- Develop and strengthen national coordination mechanisms for PGR conservation and use;
- Assist countries in developing strategic and action plans for PGR conservation and use;
- Assist countries in fundraising to support development of institutions, human resources and research activities.

#### Objective 2:

To strengthen and encourage partnership among PGR stakeholders in the region

Three key activities will be undertaken:

- Promoting inter-country collaboration and exchange of PGR;
- Encouraging regional meetings, and sharing and disseminating information;
- Promoting collaborative activities with other networks and international institutions..

#### Objective 3:

To support research and development activities in relation to PGR in the region

The activities will include:

- Promoting *ex situ* conservation;
  - Seed studies
  - Management of field collection
  - Management of biotechnology for PGR conservation
- Promoting *in situ* conservation;
  - Understanding diversity in *in situ* conservation systems
  - Participatory selection and conservation
  - Enhancing the benefits of crop genetic resources to ensure *in situ* conservation on farm
  - Promoting community and farmer use of conserved germplasm.

#### Objective 4:

To support national and regional training and capacity development in PGR

Main activities for this objective will include:

- Strengthening PGR programmes in educational institutions (universities, research institutes, colleges, secondary and primary schools);

- Organizing group training activities (in-country courses, regional training);
- Supporting individual training support through fellowships and attachments;
- Promoting technical exchange programme.

**Objective 5:**

To strengthen capacity in PGR policy issues and to promote policy awareness

The following activities will be undertaken:

- Enhancing awareness on policy issues related to PGR;
- Building capacity for network country members on PGR policies;
- Promoting and facilitating PGR policy development and analyses;
- Disseminating information on decisions taken by GRENEWECA member countries on international PGR policy and legislation.

**Objective 6:**

To promote sharing of information, germplasm and other resources among network members

This will be achieved by:

- Promoting use of appropriate software and data management systems for PGR;
- Promoting the publication of PGR research and development activities and results;
- Sharing of information among members through newsletters and other media.

**How does the network work?**

The operational strategy of GRENEWECA is based on partnership. All activities are implemented in collaboration with national, regional and international partners.

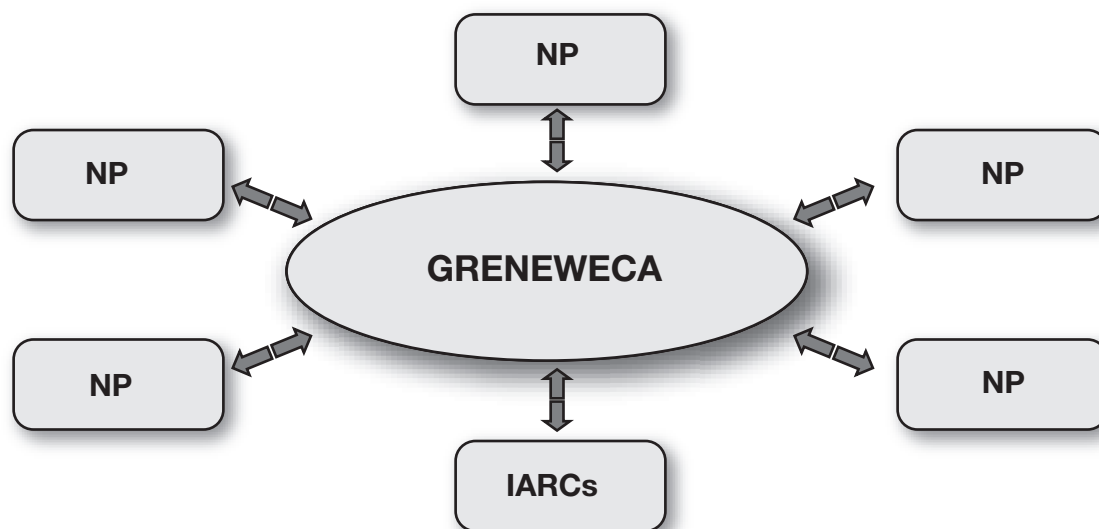


Figure 2: Collaboration with national genetic resources programmes

**Partnership with research institutions in developed countries**

- Research institutions of developed countries, such as CIRAD, IRD, the Royal Tropical Institute (KIT), the German Technical Cooperation (GTZ) and others that have greatly contributed to exploration, collecting, characterization, evaluation, conservation and use of the PGR for the benefit of people from the sub-region.
- GRENEWECA will maintain and develop strong relationships with each partner and each project through diverse joint research and training programmes.

**Partnership with international NGOs and private firms**

Non-governmental organizations (NGOs) are active in assisting farmers to develop and sustainably use their genetic resources. This valuable assistance will be further developed in various domains, such as *in situ* and on-farm conservation, training and utilization of the genetic resources. Many international firms are also using genetic resources through biotechnology. Specific agreement with these partners, national programmes and GRENEWECA will be negotiated based on current national, regional and international legislations.

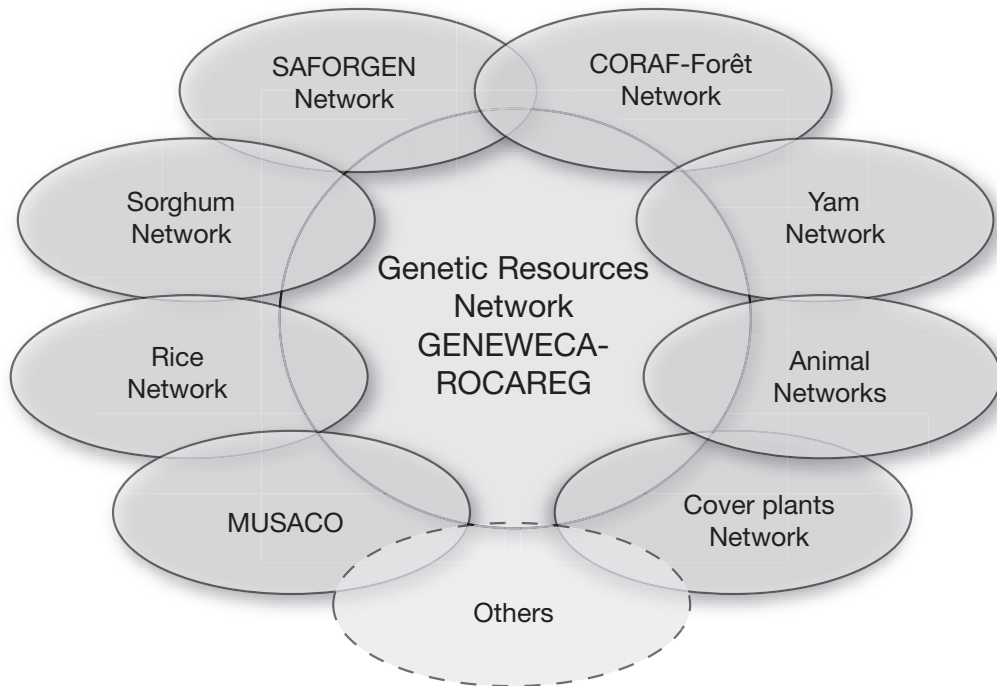


Figure 3: Collaboration with crop and commodity networks

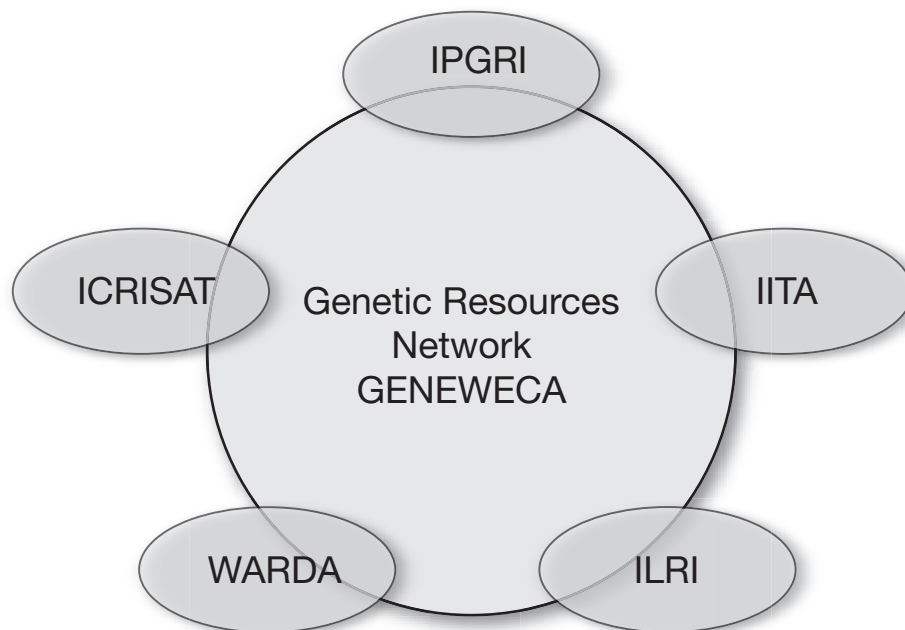


Figure 4: Collaboration with international agricultural research centres (IARCs)

### **Partnership with international organizations**

GRENEWECA has been created for the implementation of the Global Plan of Action adopted in Leipzig in 1996 at the FAO International Technical Conference on Plant Genetic Resources. The implementation of this plan is guided and monitored by the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture of FAO. GRENEWECA will work in close relation with FAO to implement the plan. Regular consultations will be organized to benefit from FAO experiences and expertise. Indicators developed by FAO and Bioversity will be used to evaluate progress made in the implementation of the plan.

### **GRENEWECA working groups**

The technical operating units of the network are the working groups. Scientific and technical issues related to plant genetic resources conservation and use are discussed by specific technical working groups within the network. A technical working group is defined as an assembly of knowledgeable people having experiences of proven practices in a given scientific area. They meet regularly to debate on important issues and advise the network on appropriate decisions to take.

### **Major achievements**

#### **Human resources development for national programmes**

##### *In-country training*

National programmes need more trained people at various levels to be efficient. In-country training courses are organized to help national scientists to train more people in their countries. Such courses took place in Benin and Togo in 1999, in Nigeria in 2000 and in Cameroon in 2001. GRENEWECA and Bioversity assisted national partners in the organization and funding of these courses. Bioversity provides national partners with lecturers and appropriate documentation for the courses.

In Benin and Togo, 12 scientists and 11 technicians were trained in exploration, collecting, conservation and evaluation of PGR, including *in situ* and *ex situ* strategies.

A national training workshop on plant genetic resources management was organized for 15 scientists and technicians for 5 days (11-15 December 2000) at the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB) in Ibadan Nigeria, where various aspects of genetic diversity and enhancement, plant breeding and genetic resources conservation, and characterization or evaluation and utilization were presented and discussed. Field and laboratory visits were also organized.

##### *Individual and degree training course*

A curriculum for MSc programme in PGR was developed at the University of Cocody, Cote d'Ivoire for WCA. Three national scientists (Benin, Cote d'Ivoire, and Guinea) received scholarships for MSc degrees in genetic resources management, specifically on fonio and egusi.

##### *Regional training courses on plant genetic resources management*

In collaboration with the Darwin Initiative, University of Birmingham, and Bioversity, three regional training courses on PGR management were organized in Benin (1997), Cote d'Ivoire (1998) and Cameroon (1999). Thirty scientists and technicians were trained during each course for national programmes.

##### *Regional in vitro conservation training course at the University of Ghana, Accra*

Twelve scientists from Benin, Cameroon, Ghana, Nigeria and Togo were trained for three weeks in Accra on *in vitro* conservation of PGR. GRENEWECA sponsored a trainer on documentation and information to this course.

##### *PcGRIN and geographical information systems (GIS) course for plant genetic resources documentation and mapping*

To strengthen national scientists' skills in the use of computers, Bioversity and GRENEWECA organized a training course on PcGRIN and GIS for PGR documentation and ecogeographical mapping. The United States Department for Agriculture (USDA) provided the national





Figure 5: Egusi crop diversity



programmes in WCA with 10 computers. National programmes in Benin, Burkina Faso, Cap Vert, Cameroon, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinea Conakry, Mali, Nigeria, Senegal and Togo benefited from these facilities.

### Exploring, evaluating and conserving neglected crops species

#### *Egusi crops in Benin and Togo*

The Cucurbitaceae is a large family found mainly in the warmer parts of all continents. They consist of 118 genera with about 825 species, many of which are eaten in various forms. Cucumbers, pumpkins, gourds, melon and watermelons have considerable value and the last three originate from SSA. Villagers throughout Africa eat the fruits, seeds, leaves and sometimes the flowers of several cucurbit species. The seeds of some species (*Cucumeropsis* sp., *Citrullus lanatus*, *Lagenaria* sp. and *Telfairia occidentalis*) are the most preferred part of the plant in WCA. These seeds are known as Egusi. Egusi is rich in protein, lipids and energy. An analysis carried out by the Faculty of Agricultural Sciences at the National University of Benin revealed that the seed of certain Egusi species (probably *Citrullus lanatus*) contains 58% of lipid, 27% of protein and 600kcal/100g (of raw product including envelop and oil). Many people in rural areas and in towns in WCA eat Egusi to replace meat and fish in their diets.

The survey on the genetic diversity of Egusi crops (Cucurbitaceae) in Togo and Benin allowed the gathering of information on the local knowledge of the crop, its culture, production and commercialization pattern. Also, the farmers' conservation strategies and indigenous description data were documented. The germplasm of Egusi (*Cucumeropsis* spp., *Lagenaria siceraria*, *Citrullus* spp., *Telfairia occidentalis*) collected in 1998-1999 in Benin and Togo was evaluated at Sekou (INRAB experimental station in Benin).



Figure 6: Sékou experimental site

#### *Characterization of Egusi germplasm*

Agro-morphological characterisation of the Egusi germplasm carried out in 1999 has shown a wide range of variation within *Lagenaria* spp. for 26 traits: plant type (4), type of fruit (12), yield (1) and type of grain (9). A total of 71 sub cultivars were identified. Variation in seed type

accounted for more than 80% to the whole variation. To monitor this high diversity, an in-depth study was conducted in 2000.

#### ***Agro-morphological test in L. siceraria sub cultivars***

Sixty sub cultivars of *Lagenaria siceraria* have been evaluated for 26 traits. Each sub-cultivar was sown on a plot of 50 m<sup>2</sup> (10 m x 5 m) repeated twice at Sekou Research Station in Benin. Observations made on germination, seedling growth, type of leaf and stem, flowering dates, male and female flowers type, indicated some variations within some sub-cultivars while other are getting close to uniformity for plant characteristics (type and colour of leaf, type, size and colour of flowers). Data collected on the fruit shape, colour, and size showed a range of variation for the 60 sub-cultivars tested. For a given accession of round shape and green colour, other different shapes and colours were observed. This variation is high with some cultivars but less with others. In general the long shapes are more frequent compared to the round ones. On the average, fruits of white colour and round or white colour and gourd shaped are present in all sub-cultivars from 1 to 36 except in 10, 15, 17, 23, 28 and 32. Cultivars 19, 24 and 29 have important number of fruits of round or gourd shape and white colour. Less variation is observed in accessions 36 to 60 in which fruit of gourd shape and green colour are more frequent. Cultivars 23, 28 and 32 produced only marbled green gourds.

#### ***Test of weed competitiveness of Lagenaria siceraria and Citrullus lanatus***

*Lagenaria siceraria* has shown some ability to cover the soil and impede weed growing in the experiment carried out in 2000. Weeds represent a serious constraint to agricultural development in Africa. Weeding is labour consuming and farmers spend a lot of time and money on it. Common cover crops generally proposed to farmers in WCA to control weeds are not well accepted as these crops are not edible. To evaluate the capacity of *Lagenaria* to control weeds and enrich the soil in organic matter better than *Citrullus lanatus*, a trial on the weed competitiveness of the two species was carried out at the Sekou Station in 2004. Two sub-cultivars of *Lagenaria siceraria* and a cultivar of *Citrullus lanatus* were tested. Each cultivar was planted to a plot of 50 m<sup>2</sup> and repeated four times. Data on the number of days from sowing to complete soil covering, the duration of soil coverage, the weed species that can grow, and the quantity of leaves produced were observed. Effectiveness and efficiency in weed control are estimated in comparison with the number of weed species present on nearby plots. Results indicated that the two sub-cultivars of *Lagenaria siceraria* had eliminated all weed species from their plot while *Citrullus lanatus* was completely submerged by weeds (Figure 7).



Figure 7: Comparison of *Lagenaria* and *Citrullus* weed competitiveness

### **Egusi crop in Ghana**

A survey and collecting of indigenous vegetables (*Cucurbita* spp.) in Southern Ghana was made by a team from CSIR-PGRC as part of a germplasm evaluation programme with support from Bioversity and GRENEWCA.

The collecting mission started in November 2001 in the eastern region and continued to the Volta, Ashanti, Brong Ahafo and central regions and ended in the eastern regions in December 2001. *Cucurbita* germplasm was collected in farmer's field gardens, farm store and occasionally markets. Materials collected were landraces and these comprise seeds, pods and fruits of different *Cucurbita* species. A set of passport data was collected with each accession. Information on the time of cultivation, harvest and uses of each accession was gathered. The PGRC team during the mission collected a total of 60 accessions.

### **Egusi crop in Nigeria**

NACGRAB and the Centre for Environmental, Renewable Natural Resources Management Research and Development (CENRAD) carried out a wide range inventory of edible egusi genetic diversity that highlighted Egusi production practices in Nigeria. Majority of the farmers intercrop Egusi, often with maize, yam or cassava. Hardly is Egusi grown as a monocrop. All the farmers used Egusi as cover crop for soil protection, soil fertility replenishment and soil conservation or erosion control. The primary reason for planting Egusi among farmers was to enhance soil, followed by other secondary reasons including cash food, soil protection and erosion control. Egusi crop needs small amounts of nutrients to sustain its culture.

### **Exploration, collecting and documenting of indigenous knowledge of conservation of cocoyam and ginger in Nigeria**

A survey of six states for ginger and five states for cocoyam was carried out in Nigeria. The collecting expedition focused on major production areas in the selected endemic states based on Agricultural Development Projects (ADP) zoning with concentration on five adopted villages, wherever found in the zones. The ADP staff acted as facilitators. Two teams were constituted for coverage and collection of many accessions of cocoyam and ginger. A team of three scientists or superintendents covered the south-west and parts of south-east while the second team covered the north central part of the country. Germplasm of cocoyam or ginger was collected mostly from the distant or compound farms and scantily from the markets. A total of 18 accessions of two species of cocoyam and three accessions of two species of ginger were collected from the south-eastern region. Seven accessions of cocoyam (*Colocasia esculentum* and *Xanthosoma sagittifolium*) germplasm were proportionally shared between NACGRAB and NRCRI for field conservation and assessment/evaluation.

### **Evaluation of frafra potato collection in Ghana**

The germplasm of frafra potato collected in Ghana in 1998 is being evaluated in Bunso in 2000. The 26 accessions were planted on ridges, with each one occupying three ridges measuring 5m long. Germination, type of plant, colour of leaves, cycle and productivity will be observed. The crops are at the vegetative phase.

### **Exploration, collecting and documenting of indigenous knowledge of conservation of fonio in Benin**

*Digitaria exilis* is an important crop in northwestern Benin. A survey conducted in 1999-2000 indicated that the crop is first commodity in three out of seven districts surveyed. It is consumed as a staple food in the region and is also used to cure diseases. For some ethnic groups it is a delicacy and given to the families-in-law during weeding ceremonies.

### **Surveying fonio crop in Togo**

Another survey on fonio has been carried out in Région des Plateaux, Kara and Centrale in Togo. Within these regions 46 localities were explored. In addition to samples, data collected





Figure 8: Fonio crop



Figure 9: Fonio traditional husking

are related to the local knowledge of fonio crop cultivation, commercialization, use and germplasm conservation. Surveyors attended the fonio annual feast at the northern part of the country and appreciated the importance of fonio in this part of Togo.

#### **Fonio crop evaluation in Guinea**

In Guinea about 46 fonio varieties were collected and could be dispatched within three major groups (the early varieties group, the intermediate group and the late varieties group) according to the agronomic evaluation trials carried out at the agricultural research centre of Kindia. This evaluation focused on parameters such as the yield, the grain weight, the seed moisture content, the cycle, the seed and straw ratio.

**Conclusion**

Networking has proved to be a powerful tool to strengthen national capacities and better conserve the threatened genetic resources of the sub-region. Through the AfDB financial support, the following important results have been achieved in a short time:

- Making national support to PGR more visible;
- Making WCA contributions to international debates stronger;
- Building regional facilities and tools to assist individual national programmes for conservation and sustainable use of their genetic resources.

To fulfill its mission and mandate, GRENEWECA needs the commitment of all its member countries and institutions. CORAF/WECARD has spearheaded the efforts on PGR conservation and use in the region. With the adoption of the Global Plan of Action, the entry into force of the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA), the implementation of NEAP programmes for WCA, the international and regional political environments are now more conducive for PGR conservation. There is, therefore, hope for stronger support for regional collaboration in preserving genetic resources of WCA.



## Abstracts of other presentations

### **Evaluation of genetic resources enhancement in some legume landraces in Ghana**

*L.M. Aboagye*

*Council for Scientific and Industrial Research, Plant Genetic Resources Centre, Bunso, Ghana*

Plant genetic resources being conserved in gene banks must have adequate information to enhance their utilization. The plant genetic resources (PGR) activities that would enhance the utilization of cowpea (*Vigna unguiculata*), groundnut (*Arachis hypogaea*), Lima beans (*Phaseolus lunatus*) African yam bean (*Sphenostylis sternocarpa*), currently under conservation at the Plant Genetic Resources Centre of Ghana are reviewed. The Bioversity International's descriptors were used for the characterization and evaluation of the legumes. Results show that 591 accessions of cowpea, 44 accessions of Lima beans, 99 accessions of groundnut and 30 accessions of African yam bean have been collected and conserved. Agro-morphological characterization and evaluation were the main methodology used in assessing the diversity in the materials. Information on cowpea, groundnut, Lima bean and African yam bean shows that there is greater variability in the yield and its components. To provide more information it is suggested that: a) participatory collection, characterization and evaluation involving scientists, curators and farmers would provide detailed information that would save time and cost; b) conventional agro-morphological characterization and evaluation must be supplemented with molecular analysis to assess variability and to identify genes of interest through marker assisted selection and; c) the development of representative samples (core) with maximum variability for exploitation in the legumes would enhance their utilization.

### **Biologie de reproduction de *Dialium guineense* Wild. (Caesalpinaceae) au Bénin**

*V. Adjakidjè<sup>1</sup>, E.B.K. Ewedjè<sup>1</sup>, O. Eyog-Matig<sup>2</sup>, C. Linsoussi<sup>2</sup>, Achigan Dako<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Département de Biologie végétale, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Benin

<sup>2</sup>Bioversity International, Cotonou, Benin

*Dialium guineense* est un arbre dont les fruits ont un mésocarpe farineux très consommé. Attachés en de petits lots, les fruits font l'objet d'un commerce important par les femmes. Les méthodes de récolte des fruits, l'exploitation de l'arbre comme bois de chauffe et son utilisation à des fins médicinales, la destruction et le morcellement de son habitat sont autant de facteurs qui exposent cette espèce à une menace évidente au sud du Bénin. Ces travaux viennent combler le déficit de données sur la biologie de reproduction de cette ressource afin de développer une stratégie de sa conservation. De nombreux arbres (67%) présentent de inflorescences dans lesquelles certaines anthères sont parasitées par des bactéries alors que d'autres en sont dépourvues. La présence de ces parasites a pour effet la réduction des chances de pollinisation et la compromission d'une bonne fructification. La reproduction de cette espèce est fortement liée aux insectes qui assurent la pollinisation des fleurs; les agents majoritaires sont les abeilles, et des coléoptères. Contrairement aux abeilles domestiques, *Xylocopa luteola* est plus actif dans le transport de l'allopollen du fait de leur bref séjour sur les fleurs. Les agents pollinisateurs varient selon les sites étudiés. *D. guineense* fructifie une fois par an mais ses feuilles se renouvellent en permanence. La pollinisation croisée est couplée à l'auto pollinisation chez cette espèce. Il existe une variabilité dans la morphologie des fruits. Les graines et fruits tombés de l'arbre germent naturellement chez cette espèce avec un léger décalage (les graines commencent à germer le 29<sup>ème</sup> jour contre le 38<sup>ème</sup> jour pour les fruits).

## Biologie de reproduction de *Irvingia gabonensis* (Irvingiaceae) au Bénin

V. Adjakidjè<sup>1</sup>, E.B.K. Ewedjè<sup>1</sup>, O. Eyog-Matig<sup>2</sup>, C. Linsoussi<sup>2</sup>, Achigan Dako<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Biologie végétale, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou

<sup>2</sup> Bioversity International, Cotonou, Bénin

*Irvingia gabonensis* est un fruitier à rôle principalement alimentaire au Bénin. Il est particulièrement apprécié pour ses fruits et sa graine mais il est menacé par une cueillette systématique de ses fruits très commercialisés et dont les femmes en sont les principales actrices. Cette ressource phytogénétique alimentaire prioritaire du Bénin à cause des menaces et de l'érosion génétique mérite une attention particulière dans la connaissance de ses agents pollinisateurs, des types de pollinisation, de la phénologie, des descripteurs et de la germination. Ce fruitier présente une grande variation des types de fleurs avec un taux élevé des fleurs pentamères (58,48%) à côté des fleurs tétramères et trimères. La diplostémonie originelle de *I. gabonensis* est inconstante. Les abeilles *Apis mellifera* et *Trigona* sp. et les mouches du genre *Musca* sont les principaux agents pollinisateurs. Ceux-ci varient d'un arbre à l'autre et d'une localité à une autre avec une différence remarquable selon la proximité ou non des arbres par rapport aux habitations. La pollinisation entomophile est favorisée par la présence du disque nectarifère, et les exudats extra floraux. La pollinisation croisée est couplée à l'autopollinisation. Le grand nombre de jeunes fleurs fécondées et de jeunes fruits qui tombent de l'arbre témoigne d'une auto-incompatibilité chez cette espèce. Au cours de la maturation du fruit, il y a perte progressive de la chlorophylle des chloroplastes du fruit, enrichissement en d'autres pigments, convertissement de l'amidon en sucrose et sucres réducteurs à l'origine de la diversité des couleurs et du goût des fruits. *I. gabonensis* fleurit deux fois par an. Les noyaux et fruits murs germent à l'état naturel. La germination commence le 38ème au 53ème jour pour les graines (lot1) contre le 73ème au 92ème jour pour le lot 2 des fruits; ce décalage serait lié au temps de putréfaction de l'épicarpe et du mésocarpe.

## Biologie de reproduction de *Vitex doniana* Sweet (Verbenaceae) au Bénin

V. Adjakidjè<sup>1</sup>, E.B.K. Ewedjè<sup>1</sup>, O. Eyog-Matig<sup>2</sup>, C. Linsoussi<sup>2</sup>, E. Achigan Dako<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Biologie végétale, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

<sup>2</sup> Bioversity International, Cotonou, Bénin

*Vitex doniana* est un fruitier sauvage semi-domestiqué pour ses feuilles et fruits auto-consommés et commercialisés. Le prélèvement des jeunes feuilles pour la préparation de la sauce, la cueillette systématique des fruits, la recherche du bois de feu et l'écobuage constituent des facteurs qui menacent la survie de cette espèce dans son biotope. La présente recherche se rapporte à la biologie de reproduction de l'espèce et ses interactions avec les autres composantes de son écosystème, données indispensables à toute stratégie de conservation de cette ressource phytogénétique dans la zone côtière et guinéo-congolaise du Bénin. L'androcée présente une variabilité dans sa structure et la présence / absence de staminodes avec pour conséquence une influence sur la reproduction. Le rapprochement des caractéristiques agroécologiques des sites d'étude n'a aucun effet sur les types d'agents pollinisateurs dont les plus fréquents sont *Apis mellifera*, *Xylocopa torrida*, *Xylocopa luteola*, *Amegilla* sp. C'est une espèce qui fructifie une fois par an et elle perd ses feuilles en début de saison sèche (décembre-janvier). Les lots 1 de fruits tombés de l'arbre et les lots 2 de noyaux issus de fruits murs germent naturellement après

quatre à six mois; la dureté de l'endocarpe très ligneux de cette espèce explique ce délai mais on peut élever le taux de germination par trempage des semences dans l'eau chaude (Evy, 1995).

## **Agricultural biodiversity in the context of food security in sub-Saharan Africa**

*K. Atta-Krah*

*Bioversity International, sub-Saharan Africa, Nairobi, Kenya*

Agriculture is the backbone of most countries in sub-Saharan Africa (SSA). It accounts for 35% of Gross Domestic Product (GDP), and approximately 70% of employment. The high potential of African agriculture is built on its rich and diverse genetic resources, and natural resources (soils, water, etc.). A large part of Africa's rich biological diversity is found in an equally diverse set of agricultural production systems, ranging from the desert margins to the humid forest regions and from lowlands to highlands. Current levels of agricultural production in SSA are well below the region's demand for food, and the gap between local production and supply is rapidly increasing as the human population increases. This situation is pushing agriculture onto fragile land, forcing farmers to abandon sustainable farming practices, and exposing agricultural biodiversity to increasing levels of threat. This is happening at a time when little is known about the available biological diversity and its distribution, and when not much is being done to improve the way it is used and increase its contribution to human livelihoods. This paper attempts to illustrate the great potential that exists for agricultural development and food security in Africa, if its genetic resources and other natural resources are appropriately managed, conserved and used. The development of local human and infrastructural capacity, especially in biotechnological applications is identified as one of the highest priority needs, to improve the conservation and sustainable utilization of the agricultural biodiversity.

## **Policy and legislation on plant genetic resources: Significance of the Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA)**

*K. Atta-Krah<sup>1</sup>, B. Fraleigh<sup>2</sup>, M. Halewood<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *Bioversity International, sub-Saharan Africa, Nairobi, Kenya*

<sup>2</sup> *United Nations Food and Agriculture Organization*

<sup>3</sup> *Bioversity International, Rome, Italy*

Policy can make or break a country. Government policies are used as the basis for law making in any country, and such laws provide the framework and guidelines within which society is required to function and operate. Policy, therefore, influences and controls what a country is able to achieve within the law. Bad policies can have many negative impacts in the environment and human health. Within the domain of genetic resources, policy is established and operates at local, national and international levels. Countries are required to establish national policies to guide the sustainable use and conservation of their genetic and other natural resources. Countries thus need to take into account local concerns and issues and link them with global and international policies. Policy making at country level requires to be informed by technical knowledge and information and, therefore, requires partnership between scientists and

politicians. In many cases, scientists in Africa involved in genetic resources management, conservation and use, are not adequately conversant with the genetic resource policy issues and developments, and are usually not involved in the processes, leading to ratification of international conventions and policies by their countries. Two principal international agreements and conventions governing genetic resources are the Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA). These two agreements and treaties are the subject of this paper. The agreements are introduced and attempts made to show their complementarities, comparative strengths, and the potential that they provide for the sustainable management, conservation and use of genetic resources. The two agreements also deal with access, exchange and benefit-sharing in genetic resources. The paper calls for stronger efforts at country, regional and sub-regional levels, towards genetic resources policy development, and for a stronger partnership between scientists or technicians and government officials in policy making.

## Conservation au champ du niébé et du fabirama au Burkina Faso

*D. Balma*

*Ministère de l'Éducation, Ouagadougou, Burkina Faso*

Les écotypes locaux de niébé collectés à la fin des saisons pluvieuses 2000 et 2001 ont été séparés (pour chaque écotype) en un ou plusieurs composantes selon la couleur du tégument ou de l'œil, la texture ou la taille de la graine. Les mélanges sont plus fréquents quand les cultivars ont la même couleur. De 122 cultivars collectés, 1.4 composante en moyenne a été détectée. Les évaluations en plein champ ont été faites en contre saison et saison pluvieuse. Elles ont révélé que les cultivars appelés "Beng-yaanga" ou "Beng-maasga" sont de long cycle et sensibles à la photo période. Plusieurs caractères agro-morphologiques ont été déterminés et permettent d'opérer des choix judicieux pour des utilisations aux fins de production ou de recherche. La caractérisation moléculaire a été testée en utilisant deux techniques à savoir l'amplification PCR avec des amorces SCAR et la technique AFLP sur un nombre restreint de cultivars. Les profils ont confirmé l'efficacité des deux méthodes pour caractériser les cultivars mais la technique AFLP permet une analyse plus fine. Procédant à un suivi des systèmes de production des semences, il a été constaté qu'en raison de l'étroitesse des méthodes et moyens de conservation des semences au niveau du paysan, celui-ci était obligé de limiter les quantités de semences produites.

## Unlocking genetic diversity in West African cocoa germplasm

*R. Bhattacharjee<sup>1</sup>, M. Kolesnikova-Allen<sup>1</sup>, P. Aikpokpodion<sup>1,2</sup>, S. Opoku<sup>1,3</sup>  
J-C. Motamayor<sup>4</sup>, K. Badaru<sup>2</sup>, Y. Adu-Ampomah<sup>3</sup>, R. Schnell<sup>4</sup>, I. Ingelbrecht<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria*

<sup>2</sup> *Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan, Nigeria*

<sup>3</sup> *Cocoa Research Institute of Ghana, New Tafo, Ghana*

<sup>4</sup> *USDA-ARS, Miami, USA*

Cocoa powder, used to manufacture chocolate, is obtained from the beans of cocoa tree, *Theobroma cacao* L. It is principally grown in West Africa, Central and South America and Asia. Among West African countries, Cameroon, Cote d'Ivoire, Ghana and Nigeria contribute more than 70% of world cocoa production (2.9 million metric tonnes). Ever since the first introduction of cocoa in West Africa during the eighteenth century, several germplasm belonging to lower and upper Amazon Forastero, Trinitario and Criollo have been cultivated. Many hybrids have

also developed from these populations in farmers' fields. Consequently, in both field gene banks and farmers' fields, a wide range of genetic diversity that could be exploited for improving yield, quality of end products and resistance or tolerance to various constraints is expected. However, little information is available on the range of genetic diversity present in these populations.

Cocoa, being a smallholder's enterprise, is indispensable to the economy of West African farmers and is critical to the profitability of the chocolate industry in the developed countries. However, studies in Latin America showed that the cocoa germplasm collection received limited use in breeding programmes, resulting in narrow genetic base and breakdown of various diseases like witch's broom. Therefore, there was need to characterize the West African cocoa germplasm, owing to its contribution to world's production and also breakdown of various constraints. This study was aimed at unlocking the degree and distribution of genetic diversity present in these West African populations using molecular markers (SSRs). This will also solve the problem of misidentification or duplication in cocoa germplasm collections.

The preliminary study was carried out with a subset of Nigerian germplasm accessions (325 accessions) representing Cross River State. The germplasm was collected from a field gene bank (representing breeder's germplasm collection) and farmers' fields (farmer's collection) using farmers' participatory approach. The accessions were genotypically characterized by eight SSR markers. The results showed that the genetic distance ranged from 0.015 to 0.698 with a mean of 0.356 between the accessions studied. The UPGMA clustering on the genetic distance produced two distinct clusters at a dissimilarity index of 0.45. All the accessions from farmers' fields clustered together depicting narrow genetic base in germplasm collection. However, the field genebank accession (AMAZ), with high genetic diversity, clustered separately indicating that this germplasm remained unutilized in breeding programmes and, therefore, may serve as a potential source of resistance or tolerance to various constraints in the sub-region.

The results from this small set of data showed that collections maintained in farmers' fields in this sub-region has narrow genetic base and that less genetic diversity maintained in field genebank collections has been exploited. This could be attributed to farmers' continuous use of their own trees for further plantings and regeneration of plantations, rather than materials from research stations. There is, therefore, the need to broaden the genetic base of farmers' populations by introducing underutilized germplasm from field gene banks into their fields and save the crop from succumbing to various biotic and abiotic stresses.

## **Problématique de développement des activités du programme ressources phylogénétiques en Guinée**

*M.L.D. Doumbouya*

*Institut de Recherches Agricoles de la Guinée, Guinée*

La Guinée recèle d'une gamme variée de ressources génétiques, certaines font l'objet de culture, d'autres sont encore à l'état sauvage. Ces ressources génétiques qui constituent l'une des sources les plus fondamentales et les plus indispensables à la vie des populations guinéennes sont non seulement à majorité mal connues et potentiellement inexploitées, mais aussi gravement menacées de disparition. Les connaissances traditionnelles sur les plantes mineures qui sont à la base de l'amélioration du niveau de vie des populations autochtones disparaissent avec les vieilles générations détentrices du savoir et du savoir-faire. Dans le but de faciliter la gestion, la protection, l'accès aux ressources phylogénétiques et les sources de données y afférentes existantes dans les Institutions nationales intéressées, le gouvernement guinéen a mandaté: 1) l'IRAG à créer une banque de gène à l'échelle nationale et mené des activités de recherche y



afférentes à travers ses différents Centres de recherche localisés dans les quatre zones écologiques du pays; 2) la Direction nationale des forêts à coordonner les activités relatives aux ressources génétiques forestières.

Dans l'ensemble, la conservation des ressources génétiques forestières dans notre pays se fait à travers les reboisements, la conservation *in situ*, la conservation *ex situ* et l'amélioration génétique. Quant aux ressources génétiques qui font l'objet de culture, celles-ci sont conservées dans les collectes actives des Centres de Recherche Agronomique de l'IRAG et dans la banque de gènes du Centre leader du programme conservation des ressources phytogénétiques. Elles sont utilisées à diverses fins: alimentations humaines et animales, médecine.

## **Reaction of some African and Asian rice genetic resources material to *Sarocladium attenuatum* causing grain discoloration under tropical upland dryland conditions**

N.G. Ngala <sup>1</sup>, M.O. Adeniji <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Bamenda University of Science & Tech. (BUST), Cameroon

<sup>2</sup> Department of Crop Protection and Environmental Biology, Faculty of Agriculture & Forestry, University of Ibadan, Nigeria

Rice reminds most people of the Asian civilization, but it is also African. Tropical *Oryza glaberrima* (TOG) was domesticated 3000 years ago in West Africa. Rice is in great demand today as a staple food in Africa, but production levels are very low and affected by rice diseases and pests unique to Africa with only a few people researching on these problems. Research should, therefore, focus these problems since the potential for increased yields is good. The dirty panicle causing grain sterility and poor milling is one of the serious problems on African and Asian rice, and *Sarocladium attenuatum* is the major pathogen. It was interesting to screen the TOG and TOS germplasm from different African countries for resistance to this fungus. At the 50% flowering stage panicles of the test and control plants were inoculated by spraying with the pathogen ( $3.75 \times 10^8$  conidia/ml) and sterile distilled water respectively from a De Vilbiss No. 15 sprayer. Disease symptoms developed within 6 to 12 days and were rated 4 times on the scale 1 to 5. Based on an established standard curve and the resistance levels defined by it, 21.4% of the 89 TOG varieties tested gave resistant, 60.7% moderately resistant, and 17.9% susceptible reactions. The 69 TOS varieties tested gave 23.2%, 30.5% and 46.3% respectively. In general most TOS gave a susceptible reaction while most TOG gave a resistant reaction to *S. attenuatum* attack. Breeding work should look for resistance to the TOS. The TOG presents a promising source of germplasm for resistance to this syndrome and should be maintained, and their production and genetic diversity increased.

## **The SADC Plant Genetic Resources Centre: Structure, elements of success and lessons learnt**

C.N. Nkhoma

Plant Genetic Resources Centre (SPGRC), SADC, Lusaka, Zambia

The Southern African Development Community (SADC) consists of 14 countries. The region has a diversity of wild and cultivated plant species. Due to deforestation, land degradation, selection and breeding, the SADC region has experienced erosion of plant genetic resources (PGR). The SADC Plant Genetic Resources Centre (SPGRC) was established in 1989 to

coordinate conservation and use of PGR in the region through a network of National Plant Genetic Resources Centres (NPGRC) and to hold the base collection of all countries of the region.

## **The role of sucrose and mannitol in improving desiccation tolerance of *in vitro*-grown *Soleostemon rotundifolius* explants**

M.D. Quain<sup>1</sup>, P. Berjak<sup>2</sup>, E. Acheampong<sup>1</sup>, J. Kioko,<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> University of Legon, Accra, Ghana

<sup>2</sup> Plant Cell Biology Research Unit, School of Life and Environmental Sciences, University of KwaZulu-Natal, Durban, South Africa

*Soleostemon rotundifolius*, also known as Frafra potato, is a vegetatively propagated famine crop that also has medicinal properties. With the increasing threat of desertification, Frafra potato is one of the crops that stand the risk of extinction. Currently the plant is conserved via *in vitro* slow growth cultures, but this is hampered by the relatively rapid growth of the species in culture. Moreover, attempts of cryopreservation are thwarted by the high water content (about 19 g H<sub>2</sub>O per g dry wt) of the explants obtained from *in vitro* cultures, accompanied by a high sensitivity to desiccation. The study investigates the role of sucrose and mannitol in improving the tolerance of explants of *S. rotundifolius* to desiccation. Nodal cuttings of *in vitro* grown cultures were pre-grown on Murashige and Skoog's (MS) medium supplemented with 0.1 M mannitol or 0.1 M sucrose for three weeks. Individual buds pre-cultured on MS medium supplemented with 0.1 and 0.3 M sucrose or mannitol (0.1 and 0.3 M) with 2% sucrose and for 24 to 72 hours. Explants were then dehydrated on activated silica gel for 60, 90 and 120 minutes and the ultra structure and *in vitro* performance assessed.

## **Utilization of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. genetic resources: Use of adapted landrace in the development of hybrid for the Sahelian zone of West Africa**

S.B. Siaka

Université de Niamey, Niamey, Niger

Pearl millet is grown principally for grain in the Sahelian zone of West Africa, with an annual rainfall ranging from 300 to 700 mm. In this region, unpredictable drought and low soil fertility result low grain yield ranging from 0.3 to 0.5t ha<sup>-1</sup>.

The variability in genetic resources and the effectiveness of its exploitation determines the potential and adaptation of future cultivars. The local landraces, through generations of exposure to farming environment, have developed good levels of tolerance to abiotic and biotic stress. However, these landraces do not exhibit grain yield potential and possess downy mildew resistance, but farmers continue to grow them because of their adaptive and quality traits.

Recent research suggests that the most effective method to produce improved cultivars for these regions is to combine the adaptive and quality traits of the landrace cultivars with the higher yield potential and better downy mildew resistance of improved breeding materials.

In Niger, evaluation of topcross hybrids developed using landraces indicated that such hybrids have higher grain yield potential, and better diseases resistance than their landrace parents. These hybrids retain farmer-preferred plant trait and adaptive traits of landraces. However, these hybrids developed from landraces mature earlier (7 to 10 days) than their corresponding landrace cultivars with incomplete male fertility restoration.

ICRISAT in partnership with Bioversity, IRD and national programmes have collected and classified a great number of cultivated and wild forms of pearl millet. Pearl millet variability occurs for all characters of interest to breeders. Based on experiences gained thus far, options for producing hybrids, incorporation of landraces genetic background into new sterile cytoplasm, development of landrace-based pollinators for exploiting heterosis are discussed.

Key words: Pearl millet (*Pennisetum glaucum*), hybrid, and local landraces.

## Effects of silica gel, sun drying and storage conditions on viability of Egusi seeds (Cucurbitaceae)

R.S. Vodouhe<sup>1</sup>; E. Achigan Dako<sup>1</sup>, M.E. Dulloo<sup>2</sup>, A. Koukè<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bioversity International<sup>30</sup>, Cotonou, Benin

<sup>1</sup> Bioversity International, Rome, Italy

<sup>3</sup> Centre Régional de Recherches Agricoles de Niaouli (INRAB/Benin), Cotonou, Benin

The conservation of oily seeds in clay pots was compared to the conventional conservation in the cold room at the Agricultural Research Centre of South Benin (Niaouli) after sun-drying and also drying with silica gel. Seeds of four varieties belonging to three species of Egusi, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis edulis* and *Citrullus lanatus* (Cucurbitaceae) had been dried previously under the sun and the silica gel following three ratios. The viability of seeds was immediately tested after drying and after three, nine and twelve months of storage in clay pots and in the cold room. According to the results, the drying with the silica gel allowed the reduction of seeds' moisture content significantly, but the results of sun-drying was also acceptable. *C. lanatus* tolerates low moisture content (3,6%) and is likely to be stored at low temperature (10°C) and ambient temperature (25-27°C). However, a water content of less than 5% implied losses of viability in *C. edulis* when stored in the cold room; the storage in clay pots having given 76 to 95% germination. In *L. siceraria* seed behaviour varies according to the variety. *L. siceraria* cv. Grande gourde did not support the storage in cold room with moisture content below 7%. *L. siceraria* cv. Petite gourde did not show a particular sensitivity to the different drying and storage procedures. The percentage of germination after drying and storage was comparable to the initial germination percentage.

## Reflection on regional collaboration in WCA: Workshop module and important plenary discussion

This session consisted of three working groups, and several plenary discussions. The first working group session focused on developing national programmes. Three working groups defined mechanisms and approaches for strengthening country plant genetic resources (PGR) programmes. Two of the three groups focused on PGR, while the third group focused on forest and tree genetic resources.

The second round of working group sessions assessed PGR management and guidelines in sub-regions. The objective here was to review networking operations in the context of GRENEWCA, and to agree on guidelines and plans (including workplan) for the future. There were two groups in this session: One group focused on **structure and organization**, while the second group worked on the **content and programmes** for the sub-regional network.

The third working group session focused on how the sub-region could be linked to and benefit from relevant global initiatives in PGR. The two specific initiatives that were the subject of analysis were the Global Crop Diversity Trust (GCDDT) and the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI). Two working groups assessed these two initiatives and came up with mechanisms and a roadmap for linking the sub-region to the initiatives.

### Concluding plenary discussions

In a major cross-cutting discussion during plenary, several fundamental issues were raised and key decisions made for guiding operations into the future. The key conclusions from this discussion are discussed below.

- It was recognized that some countries have made progress in establishing national programmes on PGR conservation and use. However, there was general consensus that the state of gene banks and PGR programmes in the sub-region was generally weak, and action, as a matter of priority and urgency, needs to be taken.
- The capacity and likelihood of individual countries' ability to solve the problem independently by establishing country gene banks and programmes, was seen to be low. Only few countries in the region were making major investments in this direction; there was need for intensified regional action and multi-country collaboration.
- A concept of nodal centres of excellence (NCEs) for conservation and use in particular crop types was agreed on as the framework for regional collaboration. Such nodal centres could be established by strengthening particular country gene banks or PGR facilities to play regional roles and responsibilities. CGIAR gene banks in the sub-region were also identified to play enhanced roles for keeping regional collections.
- The Global Crop Diversity Trust and the Genetic Resources Policy Initiative were identified as two initiatives that could support the sub-region to advance the course of strengthening PGR conservation and also use and policy frameworks.
- Implementation of the regional programme and actions were recommended to be undertaken in the framework of CORAF. Assistance is required from Bioversity, FAO, other CGIAR centres, and international centres with PGR operations in the sub-region.
- A Conference Declaration and Communiqué was issued at the end of the conference. This would be submitted to CORAF, and would form the basis, along with the conference report, for further action by CORAF, Bioversity, FAO and other partners in implementing follow-up activities in relation to the conference conclusions and recommendations.

Conference declaration and communiqué

## CONFERENCE DECLARATION AND COMMUNIQUÉ

**IITA, Ibadan, Nigeria. 26 – 30 April, 2004**

### Preamble

1. **Whereas** the Conference on Plant Genetic Resources and Food Security for West and Central Africa, was organized under the auspices of the West and Central African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD), in partnership with the following institutions:
  - Bioversity International <sup>31</sup>
  - International Institute for Tropical Agriculture (IITA)
  - Genetic Resources Policy Initiative (GRPI)
  - West African Rice development Association (WARDA),
  - International Crops Research Institute for Semi Arid Tropics (ICRISAT)
  - Desert Margins Programme (DMP)
  - World Agroforestry Centre (ICRAF),
  - The Systemwide Genetic Resources Programme (SGRP),
  - Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the
  - National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB), Nigeria
  - Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA)
2. **And whereas** various institutions and stakeholders, drawn from national agriculture and forestry research institutions, universities, non-governmental organizations (NGOs), International Agricultural Research Centres (IARCs), Advanced Research Institutions (ARIs) and government ministries, attended the above mentioned conference, and,
3. With representation from 15 countries in the sub-region, as follows: Benin, Burkina Faso, Cameroon, Cote d'Ivoire, Congo, Gabon, Ghana, Guinea, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone, and Togo.
4. **Recognizing that the main goal of this conference was to enable assessment of the state of regional collaboration in plant genetic resources conservation and management in the West and Central Africa region, and explore mechanisms for improvement,**
5. **In consequence, participants attending the Regional PGR Conference, arrived at conclusions and recommendations, spelt out through the following Declaration:**

### We the conference participants,

6. *Convinced* of the special value of plant genetic resources for food and agriculture, in contributing towards food and nutritional security, environmental health and for economic and ecosystem maintenance in the sub-region;
7. *Acknowledging* that the collection and conservation of plant genetic resources are essential for purposes of crop improvement through breeding and biotechnology, and for sustainable agricultural development for present and future generations;
8. **Aware also**, that issues of plant genetic resources conservation and sustainable use cut across all countries in the sub-region, and that some efforts, to differing degrees, are being made by countries in promoting conservation and sustainable use of genetic resources;
9. *Concerned, however*, that gene banking capacities, both in terms of physical and human resources in various countries in the sub-region is generally low, and that only very few countries in the sub-region, are able to make significant commitments towards supporting research, conservation and use of genetic resources;
10. **Concerned further** that genetic resources are consequently being lost (from fields, on farms, and in gene banks) at a fast rate through genetic erosion and through lack of



- appropriate policies, regulatory instruments, and resources, and that countries of the sub-region are not benefiting optimally, from their rich and diverse genetic resources;
11. **Acknowledging**, that regional collaboration in genetic resources among countries in the sub-region has been generally weak, and that there are great opportunities for enhancing conservation and sustainable use of genetic resources through regional collaboration and regional projects, drawing countries in the sub-region to work together in the conservation and use of genetic resources,
  12. *Aware* that a number of international conventions and treaties on genetic resources (*viz*, *the Convention on Biological Diversity, the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, etc*) that have been ratified by several African countries, call for sustained country efforts and for collaboration among countries in the conservation and sustainable use of genetic resources;
  13. **Aware also** that such is reflected in the priorities of NEPAD, FARA, ECOWAS, CEMAC and other regional and sub-regional blocks in Africa;
  14. **Now therefore** call upon CORAF/WECARD, to intensify processes that will lead to strengthening collaboration across countries in the sub-region, in the area of genetic resources conservation, sustainable use and policies, and consequently,

**Do resolve as follows:**

15. CORAF/WECARD be requested to play a strong advocacy role in championing the cause of genetic resources in the sub-region, and to bring the importance and urgency of genetic resources management, conservation and use to the highest level of political structure in the sub-region, in partnership with relevant national and international organizations,
16. In the above regard CORAF/WECARD will seek full partnership of ECOWAS, CEMAC, and other economic and political groupings within the sub-region, and seek for inter-governmental dialogue and deliberations on issues touching on genetic resources.
17. The Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) should be Strengthened, Facilitated and Empowered, to play a lead support and coordination role in regional networking and collaboration in genetic resources in the sub-region, and to link efforts of countries and networks operating on genetic resources within the sub-region.
18. CORAF/WECARD is called upon to initiate processes towards the establishment of nodal Centres of Excellence (CoEs) for gene banking in priority species and collections of the sub-region. These gene banking nodes will be based on existing national gene banks, and their selection will be dependent on offers and proposals to be received from countries.
19. CGIAR institutions operating in the sub-region and having gene banks (IITA, ICRISAT, and WARDA) , should be requested to make their gene bank facilities available for keeping regional collections, and to play stronger roles in supporting conservation and curation of germplasm of the sub-region, as duplicate samples for long-term conservation.
20. There is a need for strengthening and institutionalizing the concept of National (Plant) Genetic Resources Programme, involving the relevant stakeholders in countries. The national programme will have the following key elements:
  - a. An identified national Focal Institution
  - b. A National Plant Genetic Resources Committee
  - c. A national Strategic Plan for plant genetic resources conservation and use
  - d. A coordination mechanism
  - e. Allocated funding coordination and networking.
21. In this regard, CORAF/WECARD is called upon to write to all member countries (NARS Directors) stressing the importance of coordination and collaboration in genetic resources matters, across sectors, institutions and disciplines, and advocating for a coordinated approach to national programme development at country level to be institutionalized and supported, as a first step in strengthening regional capacities in the sub-region.

22. Existing global initiatives and programmes, such as the:
  - a. State of the World Report on Conservation and Use of PGRFA
  - b. The Global Plan of Action
  - c. The Global Crop Diversity Trust
  - d. Genetic Resources Policy Initiative, and the
  - e. International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture,

do offer opportunities and resources (financial and/or technical) to Country Programmes towards the conservation and sustainable use of genetic resources, and efforts should be made to explore links with such programmes.

23. CORAF/WECARD should seek partnership and collaboration from relevant international organizations, notably Bioversity International, other CGIAR centres with genetic resources programmes and gene banks in the sub-region, and the Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), for technical and financial support in the implementation of the programme of GRENEWCA, and in supporting national and sub-regional programme development in genetic resources in the sub-region.
24. Efforts should also be made to seek collaboration and partnerships with other international and regional networks and programmes from other regions of the world, towards strengthening PGR conservation and capacity building in West and Central Africa.

***Developed and Concluded this Thirtieth Day of April, 2004,  
at IITA, Ibadan, Nigeria***

***Signed, on Behalf of Conference Participants:***

---

**CORAF/WECARD**

**Bioversity**

**IITA**

## Annex: List of participants

**Benin****Achille Ephrem Assogbadjo**

Agronomical Engineer and Forester, Laboratory of Applied Ecology, Faculty of Agronomic Sciences, UAC-Benin, 05 BP 1752, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 055 975  
 Fax: (229) 303 084  
 Email: assogbadjo@yahoo.fr

**Carol Moudachirou**

06 BP 1633, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 334 049  
 Fax: (229) 334 049  
 Email: cmouda@numibia.net

**Djima Aly**

Ingenieur Agronome, Institut National des Recherches Agricoles (INRAB), BP 03, Attogon, Benin  
 Tel: (229) 371 150/067 763  
 Email: aldjim5@yahoo.fr

**Enoch G. Achigan Dako**

GRENEWECA/Bioversity, 08 BP 0932, Bioversity-Benin  
 Tel: (229) 35 01 88 Ext. 283  
 Fax: (229) 35 05 56  
 Email: edako@cgiar.org or dachigan@yahoo.fr.

**Mohammed Nassser Baco**

Institut National des Recherches Agricoles du Benin (INRAB) BP 27 Parakou, Benin.  
 Tel: (229) 047 180  
 Fax: (229) 610 056  
 Email: nasserbaco@yahoo.fr

**Oscar Eyog-Matig**

SAFORGEN Programme Coordinator, Bioversity, c/o IITA, 08 BP 0932, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 350 188  
 Fax: (229) 350 556  
 Email: o.eyog-matig@cgiar.org

**Oscar Hounvou**

s/c Hounvou Patricia, 08 BP 0932, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 30 86 05  
 Fax: (229) 350 556  
 Email: hounvou@yahoo.com

**Raymond Vodouhe**

Coordinator, GRENEWECA, Bioversity-WCA, c/o IITA-Benin Research Station, 08 BP 0932, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 350 188  
 Fax: (229) 350 556  
 Email: r.vodouhe@cgiar.org

**Victor Adjakidje**

Universite du Benin, Faculte de Science et Technique, 01 BP 1470, Porto Novo, Benin  
 Tel: (229) 222 629/923 575  
 Fax:£(229) 303 084  
 Email: vadjakidje@yahoo.fr / adjakvic@yahoo.fr

**Vincent Joseph Mama**

Institut National des Recherches Agricoles du Benin (INRAB) 06 BP 1105, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 335 583/916 249  
 Fax: (229) 334 042  
 Email: mamvincent@yahoo.com

**Burkina Faso****Damas Poda**

CNSF, Burkina Faso  
 Tel: (226) 356 111  
 Fax: (226)-356-1100  
 Email: damaspoda@hotmail.com

**Didier Balma**

Directeur de la Recherche Scientifique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso  
 Tel: (226) 308 269/247 360  
 Fax: (226) 315 003  
 Email: dbal@fasonet.bf

**Drabo Issa**

Cowpea Breeder INERA/CRREA-Centre Saria 01 BP: 10 Koudougou 01, Burkina Faso  
 Tel: (226) 446 510  
 Fax: (226) 446 508  
 Email: idrabo@yahoo.fr

**Hamidou Boly**

Director, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso  
 Tel: (226) 347 112/340 270  
 Fax: (226) 340 271  
 Email: inera.direction@fasonet.bf

**Sina Sibidou**

Researcher, Chief of Research Department, Centre National de Semences Forestieres (CNSF), 01 BP 2682 Ouagadougou, Burkina Faso  
 Tel: (226) 358 013/356 111/ 258 574  
 Fax: (226) 356 1100  
 Email: sibsina@hotmail.com

**Cameroon****George Ndzi Ngala**

Head, Biology Department, Bamenda University of Science and Technology (BUST) PO Box 5135, Bamenda Nkwen, Mezam Div. North West Province, Cameroon  
 Tel: (237) 765 88 72  
 Email: gnngala@yahoo.com

**Joseph Kengue**

IRAD, P O Box 2067, Yaounde, Cameroon  
 Tel: (237) 991 38 36  
 Fax: (237) 223 74 40  
 Email: jkengue2002@yahoo.fr

**Lilian Munyah Nfor**

Ministry of Environment and Forestry, PO Box 7548, Yaounde, Mfoundi Division, Cameroon  
 Tel: (237) 743 11 75  
 Fax: (237) 221 61 21  
 Email: liliannfor@yahoo.com

**Peter N. Mbile**

World Agroforestry Centre (ICRAF), BP 2067, Yaounde, Cameroon  
 Tel: (237) 223 75 60  
 Fax: (237) 223 74 40  
 Email: p.mbile@cgiar.org

**Zac Tchoundjeu**

World Agroforestry Centre (ICRAF), BP 2067, Yaounde, Cameroon  
 Tel: (237) 223 75 60  
 Fax: (237) 223 74 40  
 Email: z.tchoundjeu@cgiar.org

**Ekow Akyeampong**

Regional Coordinator for West and Central Africa, INIBAP, 110 Rue Dinde Bonanjo BP 12438, Douala, Cameroon  
 Tel: (237) 342 9156/770 1572  
 Fax: (237) 342 9156  
 Email: inibap@camnet.cm;  
 eakyeampong@hotmail.com

**Joseph Mabanza**

CERAG/DGRST  
 Tel: (242) 661 2207  
 Email: jmabanza2002@yahoo.fr

**Robert Guei Gouant**

Head, Genetic Resources Unit, WARDA, 01 BP 4029, Cote d'Ivoire  
 Tel: (275) 2241 0606  
 Fax: (275) 2241 1807  
 Email: r.guei@cgiar.org

**Côte D'Ivoire****Christophe Kouame**

Scientific Coordinator, CNRA, 08 BP 33 Abidjan 08, Cote d'Ivoire  
 Tel: (225) 224 428 58  
 Fax: (225) 224 421 08  
 Email: abj.cnra@aviso.ci

**France****Jean-Louis Pham**

Geneticist, Institut de recherche pour le developpement, BP 64501, 34394, Montpellier Cedex 5, France  
 Tel:“(33) 467 41 62 45  
 Fax: (33) 467 41 62 22  
 Email: pham@mpl.ird.fr

**Ghana****Daniel Aninagyei Ofori**

Forestry Research Institute of Ghana, University PO Box 63, Kumasi, Ghana  
 Tel: (233) 516 01 23/ Mobile: (233) 244 85 43 85  
 Fax: (233) 516 01 21  
 Email: dofori@forig.org

**Edwin Gyasi**

University of Ghana, Dept. of Geography and Resource, Legon, Accra, Ghana  
 Tel: (233) 21 500 382  
 Fax: (233) 21 500 382  
 Email: edgplec@africaonline.com.gh

**Hans Adu-Dapaah**

Crops Research Institute, PO Box 3785, Kumasi, Ghana  
 Tel: (233) 51 60391/51 60396  
 Fax: (233) 5160142  
 Email: hadapaah@crpsresearch.org

**Lawrence Aboagye Misa**

Plant Genetic Resources Centre, PO Box 7, Bunso, Ghana  
 Tel: (223) 275 401 24/ (223) 812 41 38  
 Email: pgrcsir@yahoo.com

**Marian Dorcas Quain**

Department of Botany, University of Ghana, Legon, PO Box 30280, Kia Accra, Ghana

Tel: (233) 215 140 56/ (233) 244 526 015  
 Fax: (233) 2150 07 92  
 Email: marianquain@hotmail.com

#### **Norbert Maroya**

Coordinator of IITA/GTZ/WASNET, PO Box  
 9698, KIA, Accra, Ghana  
 Tel: (233) 21 780 714  
 Fax: (233) 21 780 714  
 Email: n.maroya@cgiar.org/  
 m.maroya@coraf.org

#### **Samuel Odei Bennett-Lartey**

Plant Genetic Resources Centre (PGRC), PO Box  
 7, Bunso, Eastern Region, Ghana  
 Tel: (233) 275 401 24/ / 812 41 38  
 Email: sblartey@yahoo.com

#### **Walter S. Alhassan**

WCA Coordinator, ABSPII and PBS, IITA, FARA  
 Secretariat, PMB CT 173, Cantonments, Accra,  
 Ghana  
 Tel: (233) 20 814 66 68  
 Fax:“(233) 21 77 36 76  
 Email: walhassan@fara-africa.org

### **Guinea**

#### **Mohamed Lamine Dialakoro Doumbouya**

Chef Programme Ressources Phyto genetiques,  
 Institut de Recherche Agronomique de  
 Guinee, BP 1523, Conakry  
 Tel: (224) 269 131  
 Email: iragdg@irag.org.gn

#### **Thierno Alimou Diallo**

Chef Programme Fonio, Institut de Recherche  
 Agronomique de Guinee, BP 1523, Conakry  
 Tel: (224) 269 131  
 Email: iragdg@irag.org.gn

### **Italy**

#### **Brad Fraleigh**

Senior Officer, Seed and Plant Genetic  
 Resources Service, Food and Agriculture  
 Organization (FAO), via delle Terme di  
 Caracalla, 00100 Rome, Italy  
 Tel: (39) 06 5705 3675  
 Fax: (39) 06 5705 6347  
 Email: brad.fraleigh@fao.org

#### **Jane Toll**

Coordinator, CGIAR System-wide Genetic  
 Resources Programme (SGRP), SGRP  
 Secretariat, c/o Bioversity International, Via  
 dei Tre Denari 472/a, 00057 Maccarese  
 (Fiumicino), Italy

Tel: (39) 066 11 8225  
 Fax: (39) 066 19 79 661  
 Email: j.toll@cgiar.org

### **Kenya**

#### **Jaime Estrella**

GRPI Coordinator, Bioversity International, c/o  
 ICRAF, PO Box 30677-00100, Kenya  
 Tel: (254) 20 524516  
 Fax: (254) 20 524501  
 Email: j.estrella@cgiar.org

#### **Josephine Osea**

Programme Assistant to the Regional Director,  
 Bioversity International, c/o ICRAF, PO Box  
 30677, Nairobi, Kenya  
 Tel: (254) 20 524 508  
 Fax: (254) 20 524 501  
 Email: j.osea@cgiar.org

#### **Kameswara Rao Nanduri**

Bioversity International, c/o ICRAF, PO Box  
 30677, Nairobi, Kenya  
 Tel: (254) 20 524 511  
 Fax: (254) 20 524 501  
 Email: n.k.rao@cgiar.org

#### **Kent Nnadozie**

Director, Southern Environmental &  
 Agricultural Policy Reserch Institute (SEAPRI-  
 ICIPE), International Centre for Insect  
 Physiology & Ecology (ICIPE), PO Box 30772,  
 Nairobi, Kenya  
 Tel: (254) 20 861 680  
 Fax: (254) 20 860 110  
 Email: knnadozie@icipe.org

#### **Kwesi Atta-Krah**

Regional Director, Bioversity, c/o ICRAF, PO  
 Box 30677, Nairobi, Kenya  
 Tel: (254) 20 524 507  
 Fax: (254) 20 524 501  
 Email: k.atta-krah@cgiar.org

### **Mali**

#### **Amadou Sidibe**

Institut d'Economie Rurale, URG/IER BP 258,  
 Avenue MohamedV, Bamako, Mali  
 Tel: (223) 222 52 15/ Cell: (223) 674 93 81  
 Fax: (223) 222 37 75/55 73  
 Email: sidibea20@yahoo.fr

#### **Bonny Ntare**

Principal Scientist/Country Representative,  
 ICRISAT, BP 320, Bamako, Mali  
 Tel: (223) 222 3375



Fax: (223)222 8683  
Email: b.ntare@cgiar.org

#### **Haby Sanou**

Institut d'Economie Rurale, URG/IER, BP 258,  
IER Bamako Programme Ressources  
Forestieres Sotuba, Bamako, Mali  
Tel: (223) 224 64 28  
Fax: (223) 223 37 75  
Email: haby.sanou@ier.ml/  
habysanou@yahoo.fr

#### **Ousmane Mamadou**

Charge Programme, Association des Conseillers  
Agricoles du Sahel (ACAS) BP 226, Gao, Mali  
Tel: (223) 282 07 62  
Email: ousmane @ afribone.net.ml  
abaousmane@yahoo.fr

#### **Sidi Sanyang**

ROCARIZ Coordinator, The African Rice Center  
(WARDA) c/o ICRISAT, Mali, PMB 320,  
Bamako, Mali  
Tel: (223) 222 33 75  
Fax: (223) 222 86 83  
Email: s.sanyang@cgiar.org

### **Niger**

#### **Amadou Tougiani Abasse**

Institut National de Recherches Agronomique  
du Niger (INRAN), INRAN/CERRA/Maradi  
BP 240, Niger  
Tel: (227) 725 389/ Cel. (227) 970 886  
Email: sareli@intnet.ne or inran@intnet.ne

#### **Dan-jimo Baina**

Ingenieur d'agriculture, chercheur, Institut  
National des Recherches Agronomiques du  
Niger (INRAN) BP 429, Niamey, Niger  
Tel: (227) 725 389/994 293  
Fax: s/c (227) 734 329  
Email: danjimo\_baina@yahoo.fr inran@intnet.ne

#### **Gilles Bezancon**

Geneticist, Institut de recherche pour le  
developpement, BP 11416 Niamey, Niger  
Tel: (227) 75 38 27  
Fax: (227) 75 20 54/ (227) 75 28 04  
Email: bezancon@ird.ne

#### **Mahamadou Gandah**

Scientific Director, National DMP Coordinator,  
INRAN, BP 429, Niamey, Niger  
Tel: (227) 725 389/923 728/ / 896 251  
Fax: (227) 725 389  
Email: inran@intnet.ne or d.habi@lycos.com

#### **Ramadjita Tabo**

Principal Scientist (Agronomy and Regional  
Coordinator (West and Central Africa) Desert  
Margins Program (DMP), ICRISAT, B.P. 12404,  
Niamey, Niger  
Tel: (227)722 626/752 935  
Fax: (227)734 329  
Email: r.tabo@cgiar.org

#### **Siaka Sogoba Boureima**

Pearl Miller Breeder, Universit of Niamey, S/C  
Lankoande, Millet Breeding Program,  
ICRISAT-Niamey, BP 12404, Niger  
Tel: (227) 806 087  
Fax: (227) 734 329  
Email: siakaboureima@yahoo.fr

### **Nigeria**

#### **Adeniran Adejuwon**

Director, Federal Ministry of Science and  
Technology, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 803 315 3479

#### **Alice Babalola**

Genebank, International Institute of Tropical  
Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: a.babalola@cgiar.org

#### **Babajide Odu**

Genebank, International Institute of Tropical  
Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: b.odu@cgiar.org

#### **Bukola Busari**

Public Affairs Assistant, International Institute  
of Tropical Agriculture, PMB 5320, Ibadan,  
Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: b.busari@cgiar.org

#### **Christian Fatokun**

International Institute of Tropical Agriculture,  
PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: c.fatokun@cgiar.org

#### **David Olajide Ladipo**

CENRAD, 5 Akinola Maja Avenue, Jericho,  
Ibadan, Oyo State, Nigeria  
Tel: (234) 804 418 2738/ (234) 802 324 7428  
Fax: (234) 2 2413839

Email: cenrad@ibadan.skannet.com

**Emeka Omaliko**

National Biotechnology Development Agency,  
Arthur Unegbe Street, Area II, Garki, Abuja,  
Nigeria (Former CAC Building) PMB 5118,  
Wuse, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 09 671 5691 - 2 (234) 80 3703 0961  
Email: cpeomaliko@yahoo.com

**Emmanuel Kwon-Ndung**

National Cereals Research Institute, Badeggi,  
PMB 08, Bida, Niger State  
Tel: (234) 066 460 478  
Email: kwon\_ndung@yahoo.com

**Prof. Iya Abubakar**

Chairman, Senate Committee on Science and  
Technology, Abuja, Nigeria

**Francis Ogbe**

National Root Crops Research Institute,  
Umudike, PMB 7006, Abia, Nigeria  
Tel: (234) 803 424 0778  
Email: francisogbe@yahoo.com  
f.ogbe@cgiar.org

**Hon. Adegoke**

Chairman, House Committee on Science and  
Technology, Abuja, Nigeria

**Jackie Hughes**

Virologist, International Institute of Tropical  
Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: j.hughes@cgiar.org

**Julius Olaoye Faluyi**

Department of Botany, Obafemi Awolowo  
University, Osun State, Nigeria  
Tel: (234) 80 3725 0857  
Email: jfaluyi@oauife.edu.ng  
jfaluyi@yahoo.com

**Koffi Simplicie Kouassi**

Ingenieur Agronome, Geneticien, Centre  
National de Recherche Agronomique  
(CNRA) 01 BP 1740 Abidjan 01/01 BP 1536  
Abidjan 01, Nigeria  
Tel: (225) 234 541 76 / / 078 569 76  
Fax: (225) 234 724 11  
Email: cnra@avisoci.ci or sahyallet@yahoo.fr

**Maria Kolesnikova-Allen**

Biotechnology Lab.,  
International Institute of Tropical  
Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626

Fax: (234) 241 2221

Email: m.kolesnikova-allen@cgiar.org

**Matthew Dore**

Director, Federal Ministry of Environment, PMB  
468, Garki, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 802 336 7704  
Fax: (234) 9 523 4119  
Email: mpo\_dore@yahoo.com

**Michael Bassey**

Regional Representative, ILRI, c/o IITA, PMB  
5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: m.bassey@cgiar.org

**Michael Olanrewaju**

Assistant Manager, I. House, International  
Institute of Tropical Agriculture, PMB 5320,  
Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: m.olanrewaju@cgiar.org

**Mondu B. Sarumi**

Director / CEO, National Centre for Genetic  
Resources and Biotechnology, Moor  
Plantation, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 2 2312 601  
Fax: (234) 2312 622  
Email: nacgrab@skannet.com

**Ndagi Is'haq**

NCRI, PMB 8 Bida, Niger State, Nigeria  
Tel: (234) 066 462 377  
Email: mnishaq2003@yahoo.com

**Okechukwu Eke-Okoro**

Head, Genetic Resources Unit, National Root  
Crops Research Institute, Umudike, PMB  
7006, Umuahia, Abia State, Nigeria  
Tel: (234) 803 562 6198  
Email: ekeokorono@yahoo.com

**Ola Joseph Shobowale**

Assistant Director, National Seed Service,  
FMARD, SHEDA, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 09 523 0540 / / (234) 804 210 4136

**Paul Anegebeh**

World Agroforestry Centre (ICRAF), IITA  
Station, Onne, PMB 008, NCHIAR, Rivers  
State, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: p.anegebeh@cgiar.org /  
paul\_anegebeh@yahoo.com

**Peter Oni**

Forestry Research Institute of Nigeria, PMB  
5054, Jericho, Ibadan, Oyo State, Nigeria  
Tel: (234) 80 2341 6329  
Fax: 234 241 0514  
Email: petidowu2000@yahoo.co.uk

**Pius Kyesmu**

National Biotechnology Development Agency,  
Arthur Unegbe Street, Area II, Garki, Abuja,  
Nigeria (Former CAC Building) PMB 5118,  
Wuse, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 09 671 5691 - 2 (234) 80 3302 3773  
Email: kyesmup@yahoo.co.uk

**Rabe I Mani**

Federal Ministry of Agriculture and Rural  
Development, Area II, Garki, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 09 413 8592 / (234) 803 332 6855  
Fax: (234) 09 413 8592  
Email: rabisman@hotmail.com

**Ranjana Bhattacharjee**

International Institute of Tropical Agriculture,  
PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: r.bhattacharjee@cgiar.org

**S. Adesola Ajayi**

Seed Science Laboratory, Department of Plant  
Science, Faculty of Agriculture, Obafemi  
Awolowo University, Ile-Ife, Osun State,  
Nigeria  
Tel: (234) 36 230 490 and (234) 803 507 1997  
Fax: (234) 36 232 401  
Email: sajayi@oauife.edu.ng

**Stanford Blade**

Director for Research, International Institute of  
Tropical Agriculture, PMB 5320, Ibadan,  
Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: s.blade@cgiar.org

**Toyin Afolabi**

International Institute of Tropical Agriculture,  
PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: t.afolabi@cgiar.org

**Viswanathan Mahalakshmi**

Genebank Curator, International Institute of  
Tropical Agriculture, PMB 5320, Ibadan,  
Nigeria  
Tel: (234) 241 2626

Fax: (234) 241 2221

Email: v.mahalakshmi@cgiar.org

**Senegal****Coumba Sall Kane**

Head of Administrative Department, CERAAS,  
BP 3320, Thies Escale, Senegal  
Tel: (221) 951 4993/94  
Fax: (221) 951 4995  
Email: ceraas@sentoos.sn

**Fall Cheikh Alassane**

National PGR Coordinator, Institut Senegalais  
de Recherches Agricoles (ISRA), Routes des  
Hydrocarures, Bel' Air, B.P. 3120, Dakar-R.P.  
Senegal  
Tel: (221) 832 4286  
Fax: (221) 832 2427  
Email: urci@isra.sn sene\_grtkf@yahoo.fr

**Ismaila Diallo**

Institut Senegalais de Recherches Agricoles/  
Centre National de Recherches Forestieres  
(ISRA/CNRF), Hann Route des Peres  
Maristes BP 23 12, Dakar, Senegal  
Tel: (221) 832 3219  
Fax: (221) 832 9617  
Email: isdiallo@hotmail.com;  
ismahildiallo@yahoo.fr

**Marcel Nwalozie**

CORAF, 7 Avenue Bourguiba, BP 48,  
Dakar, Senegal  
Tel: (221) 825 9618  
Fax: (221) 825 5569  
Email: marcel.nwalozie@coraf.org

**Meissa Diouf**

Researcher, ISRA-CDH, BP 3120, Dakar, Senegal  
Tel: (221) 835 0610  
Fax: (221) 835 0610  
Email: dmeissa@yahoo.com

**Paco Sereme**

Executive Secretary, CORAF, 7 Avenue  
Bourguiba, BP 48, Dakar, Senegal  
Tel: (221) 825 9618  
Fax: (221) 825 5569  
Email: paco.sereme@coraf.org

**Paul Senghor**

Cooperative DPCS/IRD (Service Semencier) BP  
84 2P, Villa 44A bis Hann Marises, Dakar,  
Senegal  
Tel: (221) 832 6170 / Cell: 221 512 3486  
Fax: (221) 832 2427  
Email: ptsenghor@hotmail.com

**Sierra Leone****Sahr Ngoba Fomba**

Rice Research Station, Rokupr PMB 736  
Freetown, Sierra Leone  
Tel: (232) 2222 6074/ Cell: 076 624 995  
Email: rokupr@sierratel.sl or  
cenarcc@sierratel.sl

**Sweden****Eva Thorn**

Swedish Biodiversity Centre, POB 41, SE-230 53  
Alnarp, Sweden  
Tel: (46) 40 41 55 87  
Fax: (46) 40 53 66 50  
Email: eva.thorn@cbm.slu.se

**Togo****Semihinva Akpavi**

Botany and Plant Laboratory, Faculty of  
Sciences, University of Lome, BP 1515 Lome,  
Togo  
Tel: (0028) 922 46 70  
Fax: (0028) 221 85 95  
Email: benakpavi@yahoo.fr/  
benasem.ecoagr@caramail.com

**Zambia****Charles Nkhoma**

SADC Plant Genetic Resources Centre, P/Bag  
CH 6, Lusaka, Zambia  
Tel: (260) 1 23 38 15  
Fax: (260) 1 23 37 46  
Email: spgrc@zamnet.zm





## Acknowledgements

The Plant Genetic Resources Conference for West and Central Africa, organized under Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement (CORAF), was planned for about two years. Several donor agencies and investors were approached to provide financial support. However, funding and other issues kept the conference on hold for a while. Finally, the partner institutions organizing the event and some donors decided to co-fund it. The following institutions contributed financially to the workshop: the West and Central Africa Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD), Bioversity International, the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI), the West African Rice Development Association (WARDA), the International Crops Research Institute for Semi Arid Tropics (ICRISAT), the Desert Margins Programme (DMP), the World Agroforestry Centre (ICRAF), SWGRP, the Centre for Tropical Agriculture and Rural Cooperation (CTA), the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the Syngenta Foundation.

We are grateful to all those donors and co-convenors for their kind assistance and collaboration. Special thanks go to Elizabeth Obel-Lawson for scientific technical editing and coordination of the production of the conference proceedings.

### **The organizing committee**

## Acronyms and abbreviations

AFORNET	African Forestry Research Network
AFREA	Association of Forestry Research in Eastern Africa
AU	African Union
CBD	Convention on Biological Diversity
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CNRADA	Centre National de Recherche Agronomique et développement Agricole
CORAF	Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement
CTA	Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA)
DMP	Desert Margin Programme
ECOWAS	Economic Community of West African States
FAO	Food and Agriculture Organization
FARA	Forum for Agricultural Research in Africa
GCDT	Global Crop Diversity Trust
GEF	Global Environment Facility
GPA	Global Plan of Action
GRENEWCA	Genetic Resources Network for West and Central Africa
GRFA	Genetic Resources for Food and Agriculture
GRPI	Genetic Resources Policy Initiative
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
ICRAF	World Agroforestry Centre
ICRISAT	International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics
IER	Institut d'Economie Rurale
IGAD	Intergovernmental Authority on Development
IITA	International Institute of Tropical agriculture
IPGRI	International Plant Genetic Resources Institute
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
ITPGRFA	International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture
ITRAD	Institut Tchadien de Recherche Agricole pour le Développement
IUFRO	International Union of Forest Research Organization
NABDA	National Biotechnology Development Agency
NACGRAB	National Centre for Genetic Resources and Biotechnology
NCEs	Nodal Centres of Excellence
NCRI	National Cereals Research Institute
NUS	Neglected and underutilized species
PGRFA	Plant Genetic Resources for Food and Agriculture
SADC	Southern Africa Development Community
SAFORGEN	Sub-Saharan Africa Forest Genetic Resources Programme
SGRP	System-Wide Genetic Resources Programme
SPGRC	Southern Africa Development Cooperation (SADC) Plant Genetic Resources Centre
STRC	Scientific, Technical and Research Commission
TRIPS	Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights
WARDA	West Africa Rice Development Association
WECARD	West and Central African Council for Agricultural Research and Development
WIPO	World Intellectual Property Organization

## Contents

Acknowledgements.....	vii
Acronyms and abbreviations.....	viii
Executive summary.....	1
Introduction.....	11
<i>In situ</i> conservation and traditional knowledge—crop species.....	13
Gestion du germoplasme des légumes-feuilles traditionnels de type africain au Sénégal.....	13
<i>M. Diouf, M. Gueye, B. Faye, O. Dieme, C. Lo, D. Gningue, C.O. Ba, T.B. Ba, Y. Niang, D.M. Ba,         A. Tamba, A.A. Mbaye, C.A. Fall</i>	
Acha (fonio) genetic diversity, distribution and conservation in Nigeria.....	18
<i>E.H. Kwon-Ndung, A.A. Ochigbo</i>	
Gestion <i>in situ</i> de l'agrobiodiversité: Le modèle de conservation endogène de l'igname au Bénin.....	25
<i>M.N. Baco, J-L. Lescure, S. Tostain, J-L. Pham, A. Ahanchédé, A. Dansi, P. Glèlè-Adihou,         O. Dainou, R.S. Vodouhe</i>	
Conservation of landraces by local communities: Methodological lessons from the PLEC experience in Ghana.....	38
<i>Edwin A. Gyasi</i>	
<i>In situ</i> conservation and traditional knowledge—forest and agroforestry species.....	44
Etude de la diversité génétique de <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth.: Implications pour la conservation des ressources génétiques.....	44
<i>S. Sibidou, H.I. Joly, L.J.G. van der Maesen</i>	
Minimally-invasive reforestation as a model for <i>in situ</i> and <i>ex situ</i> plant conservation.....	53
<i>J.O. Faluyi, A. Adebawale</i>	
Diversité biologique des espèces végétales endémiques cultivées dans cinq localités de la zone sahélienne du Burkina Faso.....	59
<i>I. Drabo</i>	
Connaissances ethnobotaniques et valorisation du baobab ( <i>Adansonia     digitata</i> ) pour la sécurité alimentaire des populations rurales au Bénin.....	66
<i>A.E. Assogbadjo, J.T. C. Codjia, B. Sinsin, P. Van Damme</i>	
<i>Ex situ</i> conservation and genetic enhancement.....	78
Progress on the conservation of fluted pumpkin ( <i>Telfairia occidentalis</i> ) germplasm.....	78
<i>S.A. Ajayi, P. Berjak, J.I. Kioko, M.E. Dullo, R.S. Vodouhe</i>	
Conservation status of <i>Telfairia</i> spp. in sub-Saharan Africa.....	89
<i>S.A. Ajayi, M.E. Dullo, R.S. Vodouhe, P. Berjak, J.I. Kioko</i>	
Use of core and mini core collections in preservation and utilization of genetic resources in crop improvement.....	96
<i>H.D. Upadhyaya, C.L.L. Gowda, R.P.S. Pundir, B.R. Ntare</i>	

Initial evaluation of <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq. Benth) provenances from West African countries .....	108
<i>P.I. Oni</i>	
Morphological characterization of frafra potato ( <i>Solenostemon rotundifolius</i> ) germplasm from the savannah regions of Ghana.....	116
<i>M.O. Opoku-Agyeman, S.O. Bennett-Lartey, R.S. Vodouhe, C. Osei, E. Quarcoo, S.K Boateng, E.A. Osekere</i>	
<i>In vitro</i> germplasm management at the Department of Botany, University of Ghana, Legon .....	124
<i>E. Acheampong, M.D. Quain, B. Asante</i>	
Genetic resources multiplication and utilization.....	129
Germplasm conservation and its impact on crop improvement in Nigeria.....	129
<i>M. N. Ishaq, A.C. Wada, A.A. Ochigbo, O.A. Falusi</i>	
Empowering farmers for seed multiplication and distribution in West Africa.....	135
<i>N.G. Maroya, W. Bertenbreiter, E. Asiedu, A.O. Sanni</i>	
Utilisation et stratégies de conservation de <i>Moringa oleifera</i> Lam (nebedaay en oulof) un légume feuille d'avenir au Sénégal .....	143
<i>M. Diouf, M. Gueye, B. Faye, O. Dieme, C. Lo, D. Gningue, C.O. Ba, T. Ba, Y. Niang, Ba. M. Diao, A. Tamba, A.A. Mbaye</i>	
Rural livelihoods: Conservation, management and use of genetic resources of indigenous trees	
ICRAF's experiences and perspectives in West and Central Africa .....	152
<i>Z. Tchoundjeu, P. Mbile, E. Asaah, A. Degrande, P. Anegbeh, C. Facheux, A. Tsobeng, T. Sado, C. Mboosso, A. Atangana, M.L. Mpeck, M.L. Avana, D. Tita</i>	
The Desert Margins Program: Elements of agro-biodiversity conservation and use in the desert margins of sub-Saharan Africa .....	164
<i>R. Tabo, S. Koala, H. Cheruiyot, M. Gandah, A. Soumare, I. Mharapara, A. Tamba, B. Kayombo, K. Kellner, S. Ouedraogo, B. Kruger</i>	
Rôle des ressources génétiques dans l'essor du secteur bananier plantain en Côte d'Ivoire .....	179
<i>S. Kouassi Koffi</i>	
Sustainable use of plant genetic resources for food security: The linkage between plant breeders and genebanks .....	193
<i>H.K. Adu-Dapaah, R. Akromah, L.M. Aboagye</i>	
Production de semences forestières et participation des populations rurales: Un partenariat pour une gestion durable des sources de semences .....	200
<i>D. Poda, B. Belem, A. Nikiema</i>	
Gestion de l'aire protégée de Baban Rafi par les communautés rurales locales: Un exemple d'autogestion .....	205
<i>M. Gandah, B. Danjimo, A. Toudjani</i>	
Le fonio: Un regain d'intérêt en Afrique de l'ouest .....	213
<i>T.A. Diallo</i>	
Fonio: A treasure for West Africa.....	219
<i>R.S. Vodouhe, G.E. Achigan Dako, A. Dansi, H. Adoukonou-Sagbadja</i>	
Les ressources phytogénétiques: Exploitation et conservation au Niger .....	223
<i>B. Danjimo</i>	

<i>Dioscorea liebrechtsiana</i> de Wild, un légume de cueillette de grande importance au Congo .....	234
<i>J. Mabanza, J.C. Mambou</i>	
Conservation des ressources génétiques forestières: Quels rôles pour les Centres de Semences Forestières en Afrique de l'Ouest et du Centre .....	238
<i>M. Ouédraogo, S. Sina</i>	
Foires de semences et champs de diversité comme stratégies de conservation, gestion et utilisation durable des ressources phytogénétiques .....	247
<i>A. Sidibe</i>	
IRD and plant genetic resources activities in West Africa .....	263
<i>J-L Pham1, G. Bezançon</i>	
Policy and legislation issues.....	267
Development of national legislation on conservation, access and benefit sharing of genetic resources in Cameroon .....	267
<i>L. Nfor</i>	
The Genetic Resources Policy Initiative (GRPI): Strengthening capacity to analyse national options .....	277
<i>J. Estrella, M. Halewood</i>	
National and regional plant genetic resources management.....	280
Overview study on national programmes in West and Central Africa .....	280
<i>R.S. Vodouhe, E. Achigan Dako</i>	
Les ressources phytogenetiques pour l'alimentation et l'agriculture au Benin .....	286
<i>D. Aly</i>	
National Plant Genetic Resources Programmes in West and Central Africa: Ghana case .....	296
<i>S.O. Bennett-Lartey</i>	
National Centre for Genetic Resources and Biotechnology, Ibadan, Nigeria .....	303
<i>M.B. Sarumi</i>	
Le programme national de conservation et gestion des ressources phytogénétiques au Senegal.....	314
<i>C. Alassane Fall</i>	
Regional collaboration.....	321
Networking on forest genetic resources in sub-Saharan Africa with special attention to Bioversity-SAFORGEN Programme .....	321
<i>O. Eyog-Matig</i>	
The Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWECA): Genesis, operations and opportunities .....	334
<i>R.S. Vodouhe, G.E. Achigan Dako</i>	
Abstracts of other presentations.....	347
Evaluation of genetic resources enhancement in some legume landraces in Ghana.....	347
<i>L.M. Aboagye</i>	



Biologie de reproduction de <i>Dialium guineense</i> Wild. (Caesalpinaceae) au Bénin .....	347
<i>V. Adjakidjè, E.B.K. Ewedjè, O. Eyog-Matig, C. Linsoussi, Achigan Dako</i>	
Biologie de reproduction de <i>Irvingia gabonensis</i> (Irvingiaceae) au Bénin .....	348
<i>V. Adjakidjè, E.B.K. Ewedjè, O. Eyog-Matig, C. Linsoussi, Achigan Dako</i>	
Biologie de reproduction de <i>Vitex doniana</i> Sweet (Verbenaceae) au Bénin .....	348
<i>V. Adjakidjè, E.B.K. Ewedjè, O. Eyog-Matig, C. Linsoussi, E. Achigan Dako</i>	
Agricultural biodiversity in the context of food security in sub-Saharan Africa .....	349
<i>K. Atta-Krah</i>	
Policy and legislation on plant genetic resources: Significance of the Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA) .....	349
<i>K. Atta-Krah, B. Fraleigh, M. Halewood</i>	
Conservation au champ du niébé et du fabirama au Burkina Faso .....	350
<i>D. Balma</i>	
Unlocking genetic diversity in West African cocoa germplasm .....	350
<i>R. Bhattacharjee, M. Kolesnikova-Allen, P. Aikpokpodion, S. Opoku, J-C. Motamayor, K. Badaru, Y. Adu-Ampomah, R. Schnell, I. Ingelbrecht</i>	
Problématique de développement des activités du programme ressources phytogénétiques en Guinée .....	351
<i>M.L.D. Doumbouya</i>	
Reaction of some African and Asian rice genetic resources material to <i>Sarocladium attenuatum</i> causing grain discoloration under tropical upland dryland conditions .....	352
<i>N.G. Ngala, M.O. Adeniji</i>	
The SADC Plant Genetic Resources Centre: Structure, elements of success and lessons learnt .....	352
<i>C.N. Nkhoma</i>	
The role of sucrose and mannitol in improving desiccation tolerance of <i>in vitro</i> -grown <i>Solenostemon rotundifolius</i> explants .....	353
<i>M.D. Quain, P. Berjak, E. Acheampong, J. Kioko</i>	
Utilization of pearl millet ( <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Br. genetic resources: Use of adapted landrace in the development of hybrid for the Sahelian zone of West Africa .....	353
<i>S.B. Siaka</i>	
Effects of silica gel, sun drying and storage conditions on viability of Egusi seeds (Cucurbitaceae) .....	354
<i>R.S. Vodouhe, E. Achigan Dako, M.E. Dullo, A. Koukè</i>	
Reflection on regional collaboration in WCA: Workshop module and important plenary discussion .....	355
Conference declaration and communiqué .....	356
Annex: List of participants .....	359

## Executive summary

### Introduction

The Regional Conference on Plant Genetic Resources and Food Security in West and Central Africa was held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria from 26 to 30 April 2004. Ninety-five scientists and agricultural research managers from 13 countries and 18 institutions and organizations attended the conference that was organized under the auspices of Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement (CORAF). It took about two years to organize it. Partner institutions including the Conference of Directors for Agronomic Research in West and Central Africa (CORAF), Bioversity International, the International Institute of Topical Agriculture (IITA), Food and Agriculture Organization (FAO), the West Africa Rice Development Association (WARDA), the International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT), the Desert Margin Programme (DMP), the World Agroforestry Centre (ICRAF), the System-Wide Genetic Resources Programme (SGRP) and the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI) co-funded and organized the conference assisted by the Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA) and Syngenta. The main outcomes from the deliberations are presented in this synthesis report.

### Goal

The main goal of the conference was to provide a forum for assessing the state of plant genetic resources (PGR) conservation and management in West and Central Africa (WCA), and to explore methods of strengthening regional collaboration.

### Specific objectives

The specific objectives were:

- To assess the state of, and mechanisms for, management and sustainable use of plant genetic resources in WCA countries;
- To enhance awareness on new global and regional plant genetic resources (PGR) developments and policy frameworks;
- To establish mechanisms and strategies for promotion of collaboration and coordination at regional and country levels on PGR conservation, management and policies in the sub-region.

### Opening ceremony

The Executive Secretary of Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement / the West and Central Africa Council for Agricultural Research and Development (CORAF/ WECARD), Dr P. Sereme, chaired the session. In the opening remarks, he stressed the importance and growing significance of genetic resources as a cornerstone for agriculture, environment and health. Dr Sereme further indicated that this fact has been well recognized in CORAF's strategic plan, and he challenged the conference participants to propose recommendations that will guide future work on plant and other genetic resources in the sub-region.

Dr S. F. Blade, representing Dr P. Hartmann, the Director-General of IITA, gave the welcome address. Dr Blade welcomed participants to the conference and outlined the importance of plant genetic resources for crop improvement, food security and poverty alleviation worldwide and in sub-Saharan Africa (SSA). Dr B. Ntare of the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), and member of the organizing committee, presented the purpose, expectations and programme of the conference. On behalf of the Hon. Minister of Science and Technology, Professor C. Omaliko, Director of the National Biotechnology Development Agency (NABDA), welcomed the participants to Nigeria and wished them successful deliberations. Dr R. Mani, representing the Hon. Minister of Agriculture and Rural Development, hinted that Nigeria is a major stakeholder in PGR conservation and use, and is

signatory to the Convention on Biological Diversity (CBD) and member of the Commission on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (PGRFA) of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Dr K. Atta-Krah, Regional Director, Bioversity, rounded up the ceremony with a presentation on agricultural biodiversity in the context of food security in Africa. He gave a global picture of the problems of food insecurity and the speed at which genetic resources are being lost in SSA. He emphasised that agricultural biodiversity is about people, survival and livelihoods.

After the opening ceremony, the participants adopted the agenda of the conference. The conference was structured into two main components: a conference and a workshop module. The conference module, lasting the first three days, focused on presentations on key aspects of genetic resources management and research, while the workshop module, on the fourth and fifth days, was designed to allow working group and plenary discussions on key elements for mapping the future direction of PGR management in the sub-region.

### **The conference module**

This component consisted of presentations of scientific papers and the organization of an information marketplace (an exhibition of posters, publications and products of genetic resources). Thirty three scientific and technical papers were presented in ten sessions. The presentations were followed by discussions where participants exchanged views and experiences on the issues raised in the papers. The papers and recommendations made after the presentations are published in the conference proceedings. Major issues and key comments and recommendations are presented in this synthesis report following the sessions' pattern.

### ***Global and regional (Africa-wide) initiatives in PGR conservation and use***

The regional and global initiatives in PGR conservation and use were discussed through five key presentations:

1. FAO Activities and Initiatives in Relation to the Plant Genetic Resources for Food and Agriculture by Dr B. Fraleigh
2. Global Crop Diversity Trust: A Foundation for Food Security (options for West and Central Africa) by J. Toll
3. Plant Germplasm Conservation and Use: Experiences of the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) centres in West and Central Africa by R. Guei
4. Potential of Biotechnology in Genetic Resources Conservation and Food Security: Regional and sub-Regional Initiatives by C. Omaliko and W. Alhassane
5. Desert Margin Programme: Elements of agro biodiversity conservation and use in the desert margins of sub-Saharan Africa by T. Ramadjita et al.

The various presenters from FAO, Global Crop Diversity Trust (GCDT), CGIAR centres, Desert Margin Programme (DMP) and Forum for Agricultural Research in Africa (FARA) shared with the participants, global and regional experiences on PGR management. They discussed germplasm conserved in CGIAR gene banks, and how they are made available to countries; methods and techniques used to build core and micro-core collections; and mechanisms of collaboration with national plant genetic resources programmes. Fund allocation strategies for the GCDT Trust were presented, highlighting how the fund gives priority to *ex situ* gene banks.

After fruitful deliberations, the participants recommended that continuous and fair collaboration is maintained among all national, regional and international players for the conservation and sustainable use of the genetic resources, and that appropriate and economical complementary conservation strategies are developed and supported for the benefit of small gene banks.

### ***The state of national programmes in genetic resources conservation and use***

In this session, five communications on experiences of national plant genetic resources programmes and case studies from Nigeria, Ghana, Benin and Senegal were presented. An overview study on national programmes in West and Central Africa was also presented and discussed.

A 'national programme' on genetic resources conservation and use was defined as a network of national institutions and resource persons engaged in conservation, enhancement and use of genetic resources. The partners in the system play specific and complementary roles. All the case studies indicated that a wealth of activities are undertaken in the countries but collaboration and coordination are weak, permitting duplication and inefficient use of limited resources. These countries lack specific legislation in PGR management. On-going efforts to equip the countries with appropriate legal frameworks are at different stages of development. Germplasm conservation facilities supported by seed health and physiology laboratories are in place in some countries (Ghana, Nigeria) but are lacking or are poor in others.

The conference recommended that efforts to assist national programmes be increased to:

- Develop national legislation in plant genetic resources;
- Elaborate national strategy and action plans on genetic resources;
- Join in the testing and implementing of the FAO Information Sharing Mechanism on plant genetic resources for food and agriculture. This is a required component on the implementation of the Global Plan of Action (GPA).
- Develop capacities in conservation and development of national resources.

### ***Networks and regional PGR programmes: Function, experiences, challenges***

This session focused on presentations by the Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA), the SADC Plant Genetic Resources Centre (SPGRC), the Nordic Gene Bank/Swedish Biodiversity Institute, Institut de recherche pour le développement (IRD), and key information on PGR initiatives undertaken by the German Technical Cooperation, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), African Union/Scientific, Technical and Research Commission (AU/STRC), CORAF/WECARD and FAO. While the Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) provided information on support to national programmes in West and Central Africa (WCA) and challenges it faced, the Plant Genetic Resources Centre (PGRC) of the Southern Africa Development Community (SADC) shared its experiences as a successful model for regional collaboration and partnership based on strategic mainstreaming of gene bank management, information sharing, documentation, and capacity building. It was clear that sustained funding over a significant period of time was the key to successful PGR initiatives. The Regional Germplasm Conservation Project in Europe has now scaled-out to a programme-based operation, a significant achievement over project-based initiatives. Although IRD is involved in PGR, its priority is the use of plant materials for research and development and not the conservation of these materials in gene banks.

The key issues discussed were:

- Sub-regional organizations, such as CORAF/WECARD should lead the campaign to raise GRENEWCA's profile among national policy or decision makers for financial viability. There is a fundamental weakness in GRENEWCA's governance because to date, its general assembly has not met to endorse the rules governing the network.
- There is need to evaluate the GRENEWCA Network so that CORAF/WECARD can take appropriate measures to chart the way forward.
- Seed exchange between farmers works better in fragile ecosystems, such as in Niger, compared to areas where drought is less of a problem.
- The SADC regional gene bank is sometimes overwhelmed by the demanding reporting format and weak collaboration.
- Over-concentration on regional conservation capacity often creates a vacuum nationally.
- National PGR programmes with infrastructure should be supported.
- Because of the weakness in national capacities to address PGR issues, GRENEWCA focused on national capacity building. However, some research activities were carried out in some countries.
- Although GRENEWCA's mandate covers plant and animals, it is yet to initiate activities in animal genetic resources conservation and use.



- Any regional gene bank initiative should be preceded by a needs assessment exercise.
- Swedish Biodiversity Center's MSc support programme targets SADC and eastern Africa. The entry requirement is a first degree in biological or agricultural sciences.
- IRD may support national programmes' gene bank initiatives.
- CORAF/WECARD's perception about the role of the Economic Community of West African States/ Communauté Economique des Etats de l'Afrique Occidentale (ECOWAS/ CDEAO) as a regional organization with financial contribution from member states can influence regional agricultural research and development initiatives.

The recommendations in this session were related to the urgent need to:

- Develop regional conservation facilities to mitigate genetic loss incurred by national programmes. A concept of nodal centres of excellence (NCE) in genetic resources conservation for specific crops was proposed. An *ad hoc* committee was created to develop working documents to be submitted to CORAF for consideration.
- Adopt legal frameworks for GRENEWECA. The *ad hoc* committee would review the proposed constitution and the network's strategic plan.
- Put in place plans to secure funds for regional activities (experience in the SADC Plant Genetic Resources Centre (SPGRC) to be used as basis and guide).

### **Plant genetic resources and seed systems**

This session discussed seed systems. The following seven papers were presented:

- Germplasm conservation and its impact on crop improvement in Nigeria
- Progress on the conservation of the fluted pumpkin (*Telfaria occidentalis*) germplasm
- Role des ressources génétiques dans l'essor du secteur bananier en Cote d'Ivoire
- Use of core and mini core collections in preservation and utilization of genetic resources in crop improvement
- Collaboration and partnerships between gene banks and breeders: The case of genetic resources conservation and use in Ghana
- Empowering farmers for seed multiplication and distribution in West and Central Africa
- Gestion du germoplasme des légumes feuilles traditionnelles de type Africain au Sénégal.

The key issues discussed were:

- Targeting qualitative and quantitative traits for improvement at the National Crops Research Institute (NCRI), for example, oil content in sesame, aroma in Nerica rice, rust resistance in sugarcane. So far, 54 lines of various mandate crops have been developed.
- Uses of *Telfaria* – leaf concoction is used to control anaemia and root alkaloids can be used to control pests.
- The gap in plantain yields is due to intensive production techniques on-station and minimum inputs by farmers. There is also a problem of technology transfer (planting materials) to farmers.
- Groundnut rosette is a serious problem in Ghana and four promising lines have been identified. Technicians, farmers and scientists are involved with planning and executing on-farm trials, selection and participatory breeding and naming of varieties. On property rights – currently no legislation exists, but is in the process of being formulated by parliament.
- Participatory Rural Appraisal (PRA) methods and other participatory methods were used to document information on leafy vegetables. Constraints to production include availability of quality seeds, access to markets and easy perishability. Farmers also do not follow recommended methods or standards for fertilization.

The presentations highlighted the need to strengthen capacity in conservation for sustained supply of quality germplasm to improve crop production. The extent of distribution and use of ex situ collections has been reportedly low in all cases. Among the constraints listed, lack of characterization data, proper documentation and effective collaboration between institutes



figured prominently. Development of core and mini-core subsets offers a strategy to enhance use when the collections are large. However, availability of passport, characterization and evaluation data are prerequisites to developing core collections, thus emphasising the need to invest on characterization and evaluation of assembled germplasm. Sustainable use of genetic resources also involves linkages between organizations and institutes, and a wide range of stakeholders – from policy makers to scientists and farming communities. The private sector can play a significant role, especially in seed production and marketing. The elements of successful partnerships, the significance of farmer participatory approaches and role of community-based seed production systems in the absence of formal seed supply systems were brought to the fore in many presentations. The discussants also highlighted the importance of quality of seed or planting material available to farmers to sustain crop productivity.

Most presentations dealt with major crops but some covered under-utilized species that are important in food security. This highlights the need for more research on conservation and use of important neglected and underutilized species (NUS). Countries have not addressed property rights on products of farmer participatory methods adequately and there is need for appropriate legislation to ensure that farmers' contributions are appropriately recognized. Studies on *Telfairia* provide an example of the potential role of biotechnology to conserve problem species and offer the opportunity for young scientists in the region for advanced training. The presentation on plantain highlighting the gap in yield between on-station and farmer fields showed that whereas exploitation of genetic resources is key to improving crop productivity, the transfer of the developed technologies to farmers is equally important in improving livelihoods.

### **Exhibition of posters, publications and PGR products**

The information marketplace was an exhibition and poster session. Thirty technical posters were presented and displayed during the conference. Some of the posters addressed the following subjects:

- Conservation status of *Telfairia* spp. in sub-Saharan Africa
- Socio-economical, cultural and food importance of the baobab tree (*Adansonia digitata*) for the Otammari people in the Sudan zone of Benin
- Le nebedaay (*Moringa oleifera* LAM), un légume feuille traditionnel d'avenir au Sénégal: utilisation et stratégies de conservation
- Optimizing moisture content in oily seeds (egusi and groundnut) for medium-term conservation
- Unlocking genetic diversity in West African cocoa germplasm.

Awards were given to the three most outstanding posters, selected by the following criteria:

- Content and relevance of the poster to the conference theme. This should include indications of regional value and partnerships
- Layout, style and clarity of the poster.

Authors of the winning posters (from IITA, ICRAF and University of Abomey Calavi, Benin) were awarded a certificate signed by CORAF, Bioversity and IITA during the conference dinner.

Bioversity mounted a publications bazaar at the information marketplace. Several publications on policy and other aspects of PGR were availed for distribution to the national partners.

### **Forest genetic resources and agroforestry**

The following papers were presented during the forest genetic resources and agroforestry session:

1. Farming livelihoods: conservation management and use of genetic resources of indigenous trees: ICRAF's experience and perspectives in West and Central Africa
2. Conservation of forest genetic resources: What role for tree seed centres in West and Central Africa?

3. Networking forest genetic resources in Africa: The case of the sub-Saharan Africa Forest Genetic Resources Programme (SAFORGEN) and other networks for West and Central Africa.

The first paper was on ICRAF's work on tree domestication in two countries in the humid zone of West and Central Africa (Cameroon and Nigeria). Using participatory approaches, the programme identified tree-species' growers and some rapid multiplication methods for species, such as *Irvingia gabonensis*, *Ricinodendron heudelotii* and some medicinal plants. The programme's activities led to the characterization of *Irvingia gabonensis* and contributed to reducing the time of fruition of the species from 20 years to less than six months.

The second paper discussed African ecosystems in West and Central Africa, where a loss of 3.5 million ha occur yearly. The populations of useful species disappeared because of the strong human pressures (clearings, bush fires, and so on) and unfavourable climatic conditions. The lack of reforestation is partly caused by the lack of knowledge in silviculture, reproductive biology and the structure of the genetic diversity of species. The objectives of the National Centre of Forest Seeds in Burkina Faso were to:

1. Guarantee the physiological quality of the forest seeds;
2. Develop the techniques of production of plants in the nursery.

These objectives evolved subsequently and the centre has taken care of collection and conservation of the forest genetic resources.

The third presenter gave an overview of forest genetic resources and emphasised the constant loss of some species in Africa. The presenter explained the genesis of SAFORGEN and indicated its main objectives as:

1. To reinforce the collaboration between the countries through the networks;
2. To promote the conservation and use of forest genetic resources;
3. To strengthen the capacities of the national institutions.

The key issues discussed were:

- The lack of information on the pattern of the genetic diversity of species, and the biology of seeds. There is a deficit in the circulation of information on forest genetic resources and the threats on them are real.
- The reports stated the difficulties that regional collaboration face and how working under a regional framework can be a solution to the problem. SAFORGEN, therefore, should create awareness about its activities in the various countries.
- Working with local people in conserving forest genetic resources is important and they should be encouraged to use nitrogen fixation species to improve soil fertility.

### ***On-farm/in situ conservation and community-based management of PGR***

During this session, the following four presentations: from Mali, Benin, Burkina Faso and Ghana were made:

- On-farm conservation of sorghum, millet and Bambara groundnut germplasm in Mali
- On-farm conservation of plant genetic diversity: Case study on yams in Benin
- On-farm conservation of cowpea and fabirama in Burkina Faso
- Experiences in conservation of landraces by local communities: the case of PLEC in Ghana.

The presentations highlighted factors that contribute to genetic diversity conservation and the role that women farmers play in conserving landraces and developing local conservation practices. Ecological, economic and socio-cultural factors can affect the conservation and management of genetic resources on-farm and the numbers of varieties of a given species may vary from one ethnic group to another. Some key examples of research observations are reported below:

- In some areas where the rainy season is short, the early yam varieties replaced the late producing varieties in response to the climatic conditions.

- Farmers' field diversity programmes and seed fairs in Mali and Burkina Faso allow farmers to exchange ideas and experiences with other groups including policy makers.
- Yam domestication in Benin, Ghana and Nigeria is a unique experience where farmers develop new varieties from wild species. The gene flow among wild and cultivated yam species needs in-depth studies for a better understanding of the structures and relationships among various yam species.

Participants of the workshop recommended that experiences from these studies should be extended to other countries in the sub-region because *in situ* conservation of genetic material in farmers' fields is an important component of biodiversity conservation. However, the farmers would actively participate in this strategy only when they find an immediate and concrete interest. It is, therefore, necessary to encourage conservation through complementary conservation methods that benefit farmers.

### **Policy and legislation aspects of genetic resources**

Policy and legislation in genetic resources was discussed through five presentations:

- Overview of the status of national legislation in sub-Saharan Africa
- Genetic resources issues in Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) and World Intellectual Property Organization (WIPO) in relation to property rights and benefit-sharing
- Policy and legislation on plant genetic resources: Significance of the Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA)
- Development of national legislation on genetic resources in Cameroon
- Genetic Resources Policy Initiative (GRPI): A global capacity building programme

In the first three papers, the presenters introduced the agreements, their complementarities and comparative strengths and weaknesses, and their potential to provide sustainable management, conservation and use of genetic resources. These agreements also deal with access, exchange and benefit-sharing in genetic resources. The presenters called for stronger national, regional and sub-regional efforts towards developing genetic resources policy, and partnerships between scientists and technicians, and government officials (policy makers).

The case study paper indicated that Cameroon has developed policy and legislation on conservation with sketchy provisions on access to genetic resources and benefit-sharing. These policies and legislation include the 1994 Forestry Law and the 1996 Framework Law on Environmental Management. The institutional framework and collaborative efforts in Cameroon are geared towards the elaboration of a comprehensive law on access and benefit-sharing (ABS) that considers public opinion, and includes criteria such as transparency, accountability, fairness and equity, and also values intellectual property rights of traditional knowledge and the rights of local people.

The last paper analysed the experiences of GRPI, a project that supports capacity building and participatory research to assist institutions and personnel that develop policies and laws affecting the conservation, use, management and control of Genetic Resources for Food and Agriculture (GRFA) in developing countries.

Activities are on-going in six pathfinder countries (Egypt, Ethiopia, Nepal, Peru, Vietnam and Zambia) where national work forces are analysing policies on access and benefit sharing, intellectual property rights, farmers' empowerment and the implications of using biotechnology, among others. GRPI is also conducting activities in WCA, East Africa and the Andes. GRPI, in collaboration with inter-governmental institutions and countries, will present a strategy to implement activities in the African sub-regions. The participants advocated that case studies be identified in some countries for implementing the activities.

## **Workshop module**

The workshop module of the conference was mainly structured to establish methods and strategies for promoting national and regional collaboration and coordination of activities on plant genetic resources conservation, management and policies in the sub-region. This component consisted of a series of working group sessions, and some plenary discussions. The first working group session focused on developing national programmes. During this session two groups focused on methods of strengthening country programmes on PGR, while a third group focused on forest and tree genetic resources.

The second round of working group sessions assessed sub-regional PGR management and guidelines. The objective of these sessions was to review networking in the context of GRENEWECA, and to agree on guidelines and plans (including work plan) for the future. There were two groups in this session: One focused on structure and organization, while the second group worked on the content and programmes for the sub-regional network.

The outcomes and recommendations of the various working group sessions are as follows.

### ***About national programme development***

A 'national PGR programme' embodies the totality of research and development programmes on the conservation, management and use of genetic resources in the country. It constitutes a network or programme of all stakeholder institutions on PGR and it calls for the identification of a common coordinating institution.

- It should coordinate development of a nationally recognized plan of action to collect, characterize, evaluate, conserve, document and use genetic resources in linking all stakeholders.
- The programme establishment should be based in institutions that are currently in the frontline on PGR activities.
- The national programme is an important country mechanism for coordinating PGR activities. It is, therefore, essential for these national programmes, with support of FAO, CORAF and Bioversity, to seek recognition and registration by government authorities and other institutions.
- On ownership by the stakeholders, the participants recognized that there are structures on the ground but they are ineffective because of lack of funds, transparency, joint priority setting, decentralization or shared responsibility, and monitoring or joint review of progress.
- The strategic plan of the PGR should consider other country action plans (the economic development, biodiversity plan, and so forth).

The assessment made on the state of national PGR programmes concluded that despite the supportive efforts by Bioversity, FAO and other organizations to national programmes, most of them are weak. Future efforts should be country-based and willingness to develop national PGR programmes that match the above criteria.

### ***About networking***

Based on various experiences presented in the plenary sessions where the major weaknesses of GRENEWECA network were highlighted based on country commitment, funding and ownership, the working group session suggested a governance structure (steering committee) composed of selected member countries and international partners that will chair the steering committee on a rotating basis. The working group recommended that GRENEWECA should strengthen its linkages with other networks and CORAF provides the network with the formal links to political sub-regional, regional and international organizations. Technically, because of the loss of important PGR (forest resources included), an inventory on the state of germplasm within country gene banks was one of the major assignments to GRENEWECA, which should request support from FAO (Global Plan of Action (GPA) mechanisms) and Bioversity technical



backstopping. The second major assignment was the development of proposals on conservation and sustainable use of PGR, with a special focus on indigenous forest species and NUS.

A third working group session focused on how the sub-region could be linked to and benefit from relevant global initiatives in PGR. The Global Crop Diversity Trust (GCDT) and the GRPI were analysed. Two working groups assessed these two initiatives and came up with mechanisms and a road map for linking the sub-region to the initiatives. These were incorporated into the workshop declaration and recommendations.

### **Major issues raised and key decisions**

In a major cross-cutting discussion during plenary, several fundamental issues were raised and discussed, and key decisions made for guiding operations into the future. The key conclusions from the discussions were:

1. It was recognised that some countries had made a lot of progress in establishing national programmes on PGR conservation and use. However, there was a general consensus that the state of gene banks and PGR programmes in the sub-region is weak, and that there should be significant priority action and urgent changes.
2. The capacity and likelihood of individual countries to solve the problem independently by establishing country gene banks and programmes was considered low. Only few countries in the sub-region were making major investments in this direction; there is need for intensified regional action and multi-country collaboration.
3. The concept of nodal centres of excellence (NCEs) for conservation and use of specific crop germplasm was proposed and adopted as the framework for regional collaboration. Such nodal centres can be established by strengthening specific country gene banks or PGR facilities to play regional roles and responsibilities. CGIAR gene banks in the sub-region were also identified for potential roles and responsibilities in conserving regional germplasm through black box systems.
4. An *ad hoc* committee was created with a mandate for updating the Regional Network Constitution and Strategic Plan and to prepare technical and legal working documents for establishing the NCEs for genetic resources in WCA.
5. The Global Crop Diversity Trust and the Genetic Resources Policy Initiative were to support the sub-region to advance the strengthening of PGR conservation, use and policy frameworks.
6. Given that CORAF has an overall responsibility for the sub region's agricultural development including the conservation and sustainable use of PGR, it was recommended that CORAF raises awareness of the countries' decision makers on the importance of genetic resources and requests for more support for its management. Assistance of Bioversity, FAO, other CGIAR centres and other centres with PGR operations in the sub-region is needed, for CORAF to achieve its mission.

### **Conclusion**

This conference gave a unique opportunity to scientists in WCA to assess the state of genetic resources conservation, management and use in the sub-region. They explored mechanisms for strengthening regional collaboration and discussed how these resources can be managed to solve food insecurity in the region. The national research institutes, under the framework of CORAF and the various CGIAR Centres (Bioversity, IITA, WARDA, ICRISAT) working in WCA, and FAO decided to work closely together for the benefit of genetic resources. Many initiatives are already being developed in the region and the conference emphasised the necessity to link all those initiatives and to ensure that the region is not left out in genetic resources conservation and use. The conference ended with a declaration and communiqué.





## Introduction

Plant genetic resources (PGR) are the most valuable resource to the world. The great diversity in agricultural crops provides the foundation on which farming improvements depend. This diversity is the source of traits to improve yield and quality, resist disease and adapt to climate change. Today's crop diversity ensures food security and the livelihood and quality of life for billions of people in present and future generations.

This crop diversity is, however, at risk because of over-exploitation, neglect and improper management. The situation is worsened by inadequate attention by several countries in the region to conservation and sustainable use of this important resource.

West Africa is a centre of diversity for a range of crops including African oil palm, African rice, Bambara groundnut, coffee, cowpea, millet, okra, yam, sorghum and watermelon. Most of these resources are endangered because of poor management and lack of conservation facilities and activities. Many varieties have disappeared, and others are threatened with extinction. The great potential that could come from sustainable exploitation of these genetic resources is not realized and the region is not obtaining the full benefits of the unique genetic resources.

In West and Central Africa (WCA), several countries have established PGR programmes as part of the national agricultural research framework. Some countries have national genebanks, where collections of plants of specific importance are conserved. Some genebanks struggle just to pay the electricity bills to refrigerate seeds.

Some crop commodity networks carry out work on conservation and use of PGR (for particular mandate crops). However, such work is usually not adequately coordinated across the region.

The Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) is a network established specifically to support the conservation and use of genetic resources in the region. This network that was established with funding from the African Development Bank (ADB) works under Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement/ the West and Central Africa Council for Agricultural Research and Development (CORAF/ WECARD) and is managed by Bioversity International.

Several international agricultural research centres of the CGIAR in the region — the International Institute for Tropical Agriculture (IITA), the International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT), the West Africa Rice Development Association", (WARDA), the World Agroforestry Centre (ICRAF), and Bioversity — are also involved in activities on conservation of PGR, working in partnership with various country national agricultural research systems (NARS) and regional networks. Some of these institutions also have their own genebanks, with collections that are held in trust for the international community.

With such conditions, (WCA) countries need to work together to develop a consolidated strategy on plant genetic resources conservation and use. The need for regional collaboration is important because most countries lack the capacity to develop independent working programmes to deal with conservation and use of their genetic resources. Regional collaboration may be the way forward, and this workshop was intended to move WCA in the right direction.

Conservation and use of genetic resources goes beyond gene banks. The need for complementary conservation methods requires interaction between *ex situ* conservation and *in situ* and on-farm conservation.

This workshop was necessary to bring together national scientists working directly on plant genetic resources conservation and management (such as genebank scientists) with agricultural scientists who are using genetic resources for agriculture (for example, breeders, biotechnologists, and so on).

Discussions during the workshop centred on the following questions:

- How best should genetic resources be managed in the region?
- Is there a need for establishing regional programmes in conservation of genetic resources?

- Is it feasible for all countries to aim at establishing national gene banks, or could regional mechanisms make this unnecessary?
- Do we need a regional gene bank for the sub-region?
- Are there opportunities for using international centres' gene bank facilities, such as those of IITA at Ibadan and ICRISAT in Niger for keeping regional and national collections?
- Are there opportunities for some country gene bank facilities to play regional roles?
- What instruments are needed for any of the options to function?

The main goal of the workshop was to provide a forum for assessing the state of PGR conservation and management in WCA, and exploring methods of strengthening regional collaboration in this regard. It was convened within the framework of CORAF/WECARD and organized by GRENEWCA, in partnership with Bioversity, IITA, the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI), WARDA, ICRISAT, the Desert Margins Programme (DMP), ICRAF, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB), Nigeria.

The workshop brought together three categories of partners:

- Research directors of NARS and regional institutions, with mandates for genetic resources conservation and use
- National and international scientists in agriculture and plant genetic resources conservation and use (for example, gene bank scientists, breeders, agronomists, biotechnologists, and so forth)
- Non-governmental organizations (NGOs) and community-based organizations (CBOs) working on the conservation and use of plant genetic resources on-farm and *in situ*.

The workshop was delivered through three main components:

- 1) The first component was devoted to presentation of scientific and technical papers on:
  - *In situ* conservation and traditional knowledge
  - *Ex situ* conservation and genetic enhancement
  - Genetic resources multiplication and utilization.
- 2) The second component focused on the policy and legislation instruments and conventions on plant genetic resources, such as the Convention on Biological Diversity (CBD), the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA), the Global Plan of Action (GPA), and GRPI.
- 3) The third component focused on developing a strategy for strengthening the collaboration and coordination in plant genetic resources conservation and use in the sub-region and was organized in working groups with recommendations on regional collaboration.

## Gestion du germoplasme des légumes-feuilles traditionnels de type africain au Sénégal

M. Diouf<sup>1</sup>, M. Gueye<sup>2</sup>, B. Faye<sup>1</sup>, O. Dieme<sup>3</sup>, C. Lo<sup>1</sup>, D. Gningue<sup>3</sup>, C.O. Ba<sup>1</sup>, T.B. Ba<sup>1</sup>, Y. Niang<sup>1</sup>, D.M. Ba<sup>1</sup>, A. Tamba<sup>1</sup>, A.A. Mbaye<sup>1</sup>, C.A. Fall<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

<sup>2</sup> Institut Fondamental d'Afrique Noire Cheikh Anta DIOP

<sup>3</sup> Institut de Technologie Alimentaire

<sup>4</sup> Institut Sénégalais de Recherches Agricoles - Unité de Recherches en culture *In vitro*

### Résumé

Avec le soutien financier de Bioversity, deux missions de collecte ont été effectuées à travers neuf régions du Sénégal. Deux enquêtes diagnostiques participatives ont été également organisées dans deux sites pilotes. Il ressort de ces études que près d'une quarantaine d'espèces sont consommées dont les plus populaires sont: bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.), amarante (*Amaranthus* spp.), niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) et nébéday (*Moringa oleifera* Lam.). La production des légumes feuilles est quasiment assurée par des femmes qui appliquent des itinéraires techniques de production peu améliorées sur de petites parcelles (environ 300 m<sup>2</sup>). Ces productrices semblent maîtriser l'aspect variétal mais sont confrontées à un problème d'approvisionnement en semences de qualité. Le revenu moyen mensuel généré par la production des feuilles est estimé à 30 000 F CFA et leur contribution dans le revenu des ménages peut atteindre 100%. Ces légumes feuilles sont utilisées dans plusieurs recettes culinaires et ont des vertus médicinales. Les activités de recherches en cours tendent à améliorer et pérenniser la production et l'utilisation des légumes feuilles. Par le développement et le transfert d'itinéraires techniques de production, la sélection de nouvelles variétés selon une approche participative et la mise au point de stratégies de gestion durable du germoplasme par la conservation *in situ*, *ex situ* et à travers l'utilisation.

### Introduction

La population sénégalaise a un taux de croissance annuel de 2,7% avec 54% des ménages vivant en dessous du seuil de la pauvreté défini comme étant la dépense nécessaire pour assurer une consommation de 2400 calories par jour (QUID 2001). Les spécialistes estiment qu'en 2015, 50 % de la population sénégalaise vivra en dessous de ce seuil. Les femmes et les enfants en milieu rural et en banlieue des grandes villes sont les plus touchés. Les légumes feuilles traditionnels bien adaptés à nos conditions agroécologiques, faciles à produire et nécessitant peu d'intrants restent une alternative à la portée de ces populations vulnérables. Ils donnent une plus grande production par unité de surface dans un délai relativement court par rapport aux céréales (Waston et al. 2002) et sont beaucoup plus riches en vitamines et sels minéraux que la plupart des légumes dits européens (Westphal et al. 1987).

Cependant, la disponibilité de cette production requiert l'accès à des semences de qualité en quantité et au moment opportun, en d'autres termes une meilleure gestion du germoplasme des espèces de légumes feuilles traditionnels. Pour ce faire, une collaboration étroite est nécessaire entre les paysans, gestionnaires depuis des millénaires de cette diversité biologique, et les chercheurs. Les espèces ciblées dans cette présente étude sont le bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.), le niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp., l'amarante (*Amaranthus* spp.) et le nébéday (*Moringa oleifera* Lam). Des études antérieures avaient révélées leur importance socio-économique au Sénégal (Diouf et al. 1999). Le présent article comprend une description de la méthodologie utilisée, une présentation des résultats sur la collecte, la production de feuilles des différentes

variétés et la taxonomie locale, la production et la conservation des semences, la commercialisation et les différents usages de ces espèces.

### **Méthodologie**

Afin d'évaluer la gestion paysanne du germoplasme des légumes feuilles traditionnels, deux missions de prospection ont été effectuées en saison sèche (juin 2002 et mars 2003) à travers sept régions du Sénégal. Un inventaire des accessions contenues dans les herbiers de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN) et du département de biologie végétale de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD), des rencontres avec les commerçants et tradithérapeutes et deux missions d'enquêtes socio-économiques dans deux villages pilotes ont été en outre effectués. Une équipe multidisciplinaire composée d'un socioéconomiste, un ethnobotaniste, un sélectionneur, un agronome et d'un technologue alimentaire a séjourné pendant 10 jours à l'intérieur du pays pour chacune des missions de collecte. Le guide de collecte de l'AVRDC (2002) a été adapté et utilisé comme support lors de chaque mission. Les missions et enquêtes socio-économiques ont menées l'équipe dans les villages de Keur Pathé Kane à Mboro et de Thiombly Sérère à Kaolack. Elles ont duré chacune 8 jours. La méthode accélérée de Recherche Participative (MARP) a été l'outil utilisé.

### **Résultats**

#### **Collecte et inventaire**

Lors des deux missions de prospection, 66 accessions ont été collectées dont 25 accessions de niébé, 11 accessions d'amarante, 26 accessions de bissap et 4 accessions de nébaday. Le nombre d'accessions recensées dans les herbiers de l'IFAN et de l'Université de Dakar (UCAD), s'élèvent à 101 dont 54 collectées au Sénégal (53 %) et 47 dans les pays de la sous-région (47%). Ces études ont révélées que *Moringa oleifera* et *Amaranthus viridis* sont les espèces les plus répandues au Sénégal et dans la sous-région. L'espèce de bissap (*Hibiscus sabdariffa*) est la plus répandue au Sénégal, ce qui vient confirmer les résultats de Diouf et al. (1999).

#### **Production**

Les dates de semis sont variables d'une localité à l'autre. La période la plus fréquente couvre octobre à décembre suivant les localités pour les trois espèces de légumes feuilles cultivées (bissap, niébé et amarante). Les semis se font en poquets de 2 à 4 graines pour le niébé, bissap 5 à 20 graines et une pincée par poquet pour l'amarante. La quantité de semences utilisée varie de 15 à 25 kg/ha, alors que la recherche préconise 4 à 8 kg par hectare de bissap (Beniest 1987). Les productrices sèment à la volée et rarement en lignes. L'écartement varie de 10 à 20 cm entre poquets et de 10 à 15 cm entre les lignes de poquets. Elles ne pratiquent pas le démariage des jeunes plants de niébé et d'amarante. Dans le cas du bissap, les jeunes plants issus du démariage sont destinés à la vente en bottes. Le démariage débute quatre semaines après semis et s'arrête avec le développement des branches secondaires.

La fertilisation organique est généralisée. Les bouses de vache, les crottins de mouton et de chèvre et la fiente de volaille sont les matières organiques les plus utilisées. Quant à la fertilisation minérale, 80 % des femmes utilisent le NPK (10-10-20) et l'urée. La superficie moyenne varie de 200 m<sup>2</sup> en saison sèche contre 300 m<sup>2</sup> en saison des pluies. Les légumes feuilles sont généralement produites sous irrigation. L'irrigation est manuelle avec des arrosoirs, seaux, bols, etc., ou à la raie. Un certain nombre de ces productrices font la culture sous pluviale. Les légumes feuilles sont plus abondants en saison des pluies. La production provient à la fois de la cueillette et des cultures. La production de feuilles de niébé est corrélée à l'abondance de la récolte de mil, les feuilles de niébé étant préférentiellement consommées avec le couscous de mil.

Les insectes et les ravageurs sont les principaux ennemis. Parmi les insectes, il y a principalement les chenilles et les piqueurs-suceurs. Les ravageurs sont les rongeurs et les sauteriaux. Les produits chimiques de synthèse sont utilisés pour contrôler les ennemis dans quelques localités et seulement en culture pure. Cependant certaines productrices ignorent les produits efficaces contre les ennemis de leur culture.



La date de la première récolte de feuilles de bissap, amarante ou niébé varie de 15 à 30 jours après semis. La durée de la production est de 3 à 12 mois. Les feuilles de bissap sont conservées à l'état frais durant deux à quatre jours en les entreposant dans un endroit frais. La méthode consiste à les laver, les égoutter et les conditionner dans un sac en jute humide. Les feuilles de nébéday et d'amarante se conservent à l'état sec. Dans leur majorité, les productrices ignorent leur rendement mais savent estimer leur revenu annuel.

Les contraintes de production les plus importantes sont la mauvaise qualité des semences, le fort taux de parasitisme, la non-maîtrise des pratiques culturales, des techniques de conservation et de transformation des feuilles, la méconnaissance des ennemis des cultures, des pesticides appropriés et le manque de formation à leur bonne utilisation.

### **Variétés et taxonomie locale**

Dans le matériel végétal cultivé, on distingue 4 variétés de bissap, 4 de niébé et 4 d'amarante. Les 4 variétés de bissap sont composées de 2 types verts, et 2 rouges. Pour le niébé nous avons un rouge, un blanc, un noir et un noir-blanc et l'amarante renferme un type vert à petites feuilles, un à grandes feuilles, un vert foncé et un type rouge.

Les caractères distinctifs utilisés pour identifier les variétés de bissap sont très variables et portent sur la couleur, la taille et la forme des feuilles ou rarement la couleur des graines. Les quatre variétés de bissap sont "Mame Diarra", "Bambara" ou "Blanc", "ordinaire" ou "Koor" et "Vimto". Les deux premières ont des feuilles et des calices verts et les deux dernières des nervures foliaires et des calices rouges. La variété "Mame Diarra" n'est pas lobée et/ou à lobes peu profonds. La variété "Blanche" ou "Bambara" a des feuilles tri à pentalobées, avec des lobes très profonds, atteignant parfois la base du limbe. Les deux variétés rouges sont "ordinaire" ou "Koor" et "Vimto". La variété "Koor" se caractérise par une pigmentation rouge et rouge pourpre pour la "Vimto". Comme légume-feuille, la variété dite "Mame Diarra" à larges feuilles est la plus prisée par les ethnies Wolof et Sérère. Elle est suivie de la "Blanche" et de la "Rouge". Toutefois, il semble que la variété rouge soit la préférée des Joolas.

Les productrices se réfèrent à la couleur des graines de niébé pour différencier les variétés. Elles arrivent à distinguer 4 variétés dans le matériel cultivé. Il s'agit des variétés à graines rouges, blanches, noirs et noirs-blanc. Cependant, celles à port érigé et à larges feuilles sont les plus préférées des consommateurs.

Quatre variétés ont été identifiées pour l'amarante suivant la couleur et la dimension des feuilles (2 vert, 1 vert foncé et 1 rouge). Les deux premières variétés de type vert se différencient par la taille des feuilles (1 à petites feuilles et 1 à grandes feuilles). Les variétés de type vert à larges feuilles sont les préférées des utilisateurs. Le matériel végétal cultivé (bissap, amarante et nébéday) est un mélange variétal. La nécessité d'une purification s'impose. Quant au *Moringa oleifera*, aucune distinction variétale n'a été rapportée aux cours de nos deux missions de prospection.

### **Production et conservation des semences**

La principale source d'approvisionnement en semences de bissap est le marché. Les commerçants de semences de bissap s'approvisionnent à partir de la production locale. Cette dernière se fait pendant la saison des pluies, principalement autour des champs de grandes cultures (mil, arachide, etc.). L'auto-production de semences d'amarante, niébé et de nébéday est assez répandue. Les productrices laissent une plante au hasard, sans aucune sélection, ni respect de la distance d'isolement. En générale, on note un réel problème d'approvisionnement en semences.

Les méthodes de conservation des semences restent traditionnelles. Les semences sont mises dans plusieurs types de contenants généralement sans addition de produits chimiques pour contrôler les parasites. Il s'agit de morceaux de tissus, toiles imperméables, bouteille avec du sable, fils métalliques, etc. Les fils métalliques contenant des semences et exposés au soleil constituent un moyen de conservation qui donne des résultats satisfaisants avec moins de pertes. Quelques productrices enrobent les semences de cendre végétale avant conservation.

D'autres ont tendance à attacher les gousses de niébé en bottes suspendus au toit de la case ou laisser les fruits mûrs sur l'arbre (nébéday) ou tout simplement enfouir les semences dans la parcelle en attendant la prochaine campagne. Des pertes importantes sont enregistrées uniquement lorsque la conservation dépasse une année. Mais en générale, les productrices utilisent les semences conservées pour une période comprise entre deux saisons de culture (3 à 6 mois).

En dépit des efforts de conservation traditionnelle des semences des légumes-feuilles par les productrices, un certain nombre de facteurs contribuent à la réduction de la diversité biologique de ces espèces. Ce sont:

- la non disponibilité de semences de qualité en quantité suffisante au moment opportun poussent certains producteurs à abandonner la culture;
- la préférence des producteurs pour certaines variétés provoquent la perte du germoplasme des autres variétés non cultivées;
- la présence de certains ravageurs poussent les producteurs à abandonner la culture de l'espèce;
- la corrélation de certains légumes à d'autres produits tels que bissap, poisson, niébé et mil.

A ces contraintes techniques, viennent s'ajouter certaines considérations socio-culturelles. Il nous a été rapporté dans des localités très distantes (Kaolack et Missira) que la présence de plus de 3 pieds de moringa dans une maison est source de malheurs dans la famille. Il en résulte une réduction du nombre de pieds et parfois la peur de planter le nébéday dans la maison.

### **Commercialisation**

La vente des semences est limitée à très peu de commerçants. Le prix du kilogramme varie entre 150 et 225 F CFA. Les feuilles sont vendues dans le village, au bord des champs, la ville la plus proche et les marchés hebdomadaires ou «Louma». Avec l'abondance des feuilles en saison des pluies, le prix moyen du kilogramme est de moitié inférieur à celui de la saison sèche. Le revenu moyen annuel tiré des feuilles varie de 25 000 F CFA dans les zones à forte autoconsommation à 300.000 FCFA dans les localités où la production et la commercialisation sont relativement plus importantes. La part des légumes feuilles dans le revenu des ménages varie en moyenne de 2 % à Thiombly durant l'unique saison de production (saison chaude et humide); 42 % en saison sèche à 48 % en saison chaude et humide à Mboro et parfois peut aller jusqu'à 100 %. Certaines productrices rapportent que «la culture du bissap est un moyen de lutte contre la pauvreté et elles ajoutent que c'est le grain de sel dans l'agriculture».

L'importance de certains légumes-feuilles comme le bissap dans la vie économique d'une localité comme Mboro est telle que lors de la grande rencontre religieuse annuelle de la confrérie Tidjania, le marabout rappelle aux fidèles de «Prier pour les femmes productrices de feuilles de bissap afin que la production de feuilles de bissap puisse prospérer». Le revenu tiré de la vente des feuilles de bissap permettent aux femmes d'assurer régulièrement leurs cotisations à la caisse du Dahira (association à caractère religieux). Dans la même localité, les femmes dans leur majorité contribuent énormément dans le ménage. Cette contribution peut aller jusqu'à 100 % si l'on se réfère à une des anecdotes «Une femme enceinte abandonnée par son mari parti à la recherche d'emploi a tenu pendant douze mois sa famille à partir de la vente de feuilles de bissap».

### **Différents usages des légumes feuilles**

Les légumes-feuilles traditionnels sont utilisés aussi bien dans l'alimentation que la médecine traditionnelle. Les recettes culinaires les plus populaires au Sénégal sont le "Tembeul" (feuilles entières plongées dans la sauce au moment de la cuisson et consommées avec le riz au poisson), le "Beugeuth" (feuilles de bissap cuites à la vapeur, assaisonnées et consommées avec le riz au poisson), les sauces à base de feuilles de nébéday, d'amarante et l'utilisation des calices de

bissap rouge dans les boissons. Les sauces à base de feuilles sont consommées bien concentrées sans distinction d'âge, de sexe, de religion et de statut social. Les ethnies qui ne consomment pas les sauces à base de légumes feuilles en général, ne savent pas les préparer. Les sauces à base de feuilles de bissap se consomment le plus souvent avec du riz au poisson. Celles à base de feuilles de manioc, de nébéday et de "mboro-mboro" sont consommées avec du riz blanc (riz cuit à l'eau sans assaisonnement) en milieu Joolas ou Mandingues ou du couscous en milieu Sérères. Le niveau de consommation de feuilles au Sénégal est d'environ huit grammes par personne et par jour et reste largement en dessous de celui de l'Afrique au Sud du Sahara (24 g/personne/jour)(Westphal et al. 1985).

Concernant les usages médicaux, les feuilles de bissap sont utilisées contre la fièvre, le rhume, le paludisme et ont un rôle à la fois appétissant et tonifiant. Les calices rouges mélangés avec du citron sont efficaces contre la fatigue, un mélange de calices rouges et de pain de singe permet d'arrêter les diarrhées. Les feuilles de niébé et les graines contribuent à lutter contre l'avitaminose. Les amandes de *Moringa oleifera* à raison de trois amandes par jour permettent de guérir le rhumatisme au bout de trois mois.

### Conclusion

L'importance des légumes feuilles a été mise en exergue lors nos différentes études. Ils peuvent contribuer jusqu'à 100 % dans le revenu de certains ménages, sont utilisés dans plusieurs recettes et ont des vertus médicinales. Il reste cependant que la production est limitée par un certain nombre de contraintes. Parmi ces dernières nous avons la non maîtrise des itinéraires techniques de production de feuilles et de semences, un mélange variétal et un déficit en semences de qualité en quantité et au moment opportun. Ce déficit est accentué par certaines considérations socioculturelles (ex. plus de trois pieds de *Moringa* dans une maison est source de malheurs dans la famille) qui tendent à réduire la diversité biologique. Il s'agira alors de former les productrices aux techniques de production (feuilles et semences) et spécialiser certaines dans la production de semences. Les recettes culinaires inventoriées seront améliorées et vulgarisées. De nouvelles recettes culinaires seront mises au point et consignées dans des documents de vulgarisation. Des documents de vulgarisation sur les différents acquis (itinéraires techniques de production, de feuilles et de semences, etc.) seront élaborés et traduits dans deux à trois langues nationales et diffusés.

### Références

- AVRDC. 2002. AVRDC-GRSU Collecting record sheet. AVRDC-ARP. Arusha, Tanzanie. 2 pp.
- Beniest J. (éd.). 1987. Guide pratique du maraîchage au Sénégal. CDH ISRA. Dakar Sénégal. 144 pp.
- Diouf M, Diop M, Lo C, Drame KA, Sene E, Ba CO, Gueye M, Faye B. 1999. Prospection de légumes feuilles traditionnels de type africain au Sénégal. pp. 111-150 in Biodiversity of traditional leafy vegetables in Africa (Chweya JA, Eyzaguirre P, eds.). International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) Rome, Italie.
- Fuglie LJ, Mane M. 1999. L'arbre de la vie. "*Moringa oleifera*": Traitement et prévention de la malnutrition. Church Word Services (CWS), Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest. Dakar, Sénégal. 71 pp.
- Questionnaire Unifié des Indicateurs de Développement (QUID) des Enquêtes Sénégalais Auprès des Ménages (ESAM-II) 2001. Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DRSP). 64 pp.
- Waston JW, Eyzaguirre PB. (eds.). 2002. Home gardens and *in situ* conservation of plant genetic resources in farming systems. Proceedings of the second International Home Gardens Workshop, 17-19 July 2001 Witzenhausen, Federal Republic of Germany. 184 pp.
- Westphal E, Embrechts J, Ferwaeda JD, Van Gils-Meeus HAE, Mustsaers HJW, Westphal-Stevens JMC. 1985. Les cultures potagères: Cultures vivrières tropicales avec référence spéciale au Cameroun. pp. 321-463.

## Acha (fonio) genetic diversity, distribution and conservation in Nigeria

E.H. Kwon-Ndung, A.A. Ochigbo

National Cereals Research Institute, Bida, Niger State

### Abstract

The germplasm of Fonio, commonly known as Acha in Nigeria, was first assembled at the National Cereals Research Institute (NCRI) in 1995. The crop is presently cultivated in six states of Nigeria and the Federal Capital Territory (FCT), Abuja. Production varies across locations and whether the plant is grown for subsistence or as a cash crop. Crop production is typically through traditional farmers' practices. Several landraces exist across locations and this is similar to the variations in genetic diversity across the production areas. There is unrecorded information of scientific replacement of primitive cultivars and wild species with genetically uniform varieties. Farmers, therefore, maintain a heterogeneous population of seed stock for many generations. It is possible that traditional conservation allowed co-existence of Acha with related cultivated species, and intercrossing has created or generated new variations. Scientific work has progressed significantly at NCRI since 1995 and germplasm management has led to a host of other research breakthroughs. These are discussed, taking account of the need to promote research and development of this native African food.

### Introduction

Acha (*Digitaria exilis* Kippis Stapf. and *Digitaria iburua* Kippis Stapf.) is known with other names such as fonio, findi, fundi, pom, kabuga, and so forth, in different West African countries. The crop has been described as the oldest West African cereal and of great value to the natives. Purseglove (1975) put its cultivation history dating back to 5000 BC. The centre of origin is around the central delta of the Niger and in neighbouring areas. The crop is grown on about 300 000 ha and annual production is estimated at about 100 000 tonnes (Anonymous 1995). The crop is rugged and grows on poor and even acidic soils with high aluminium content, that are toxic to other crops (Dogget 1986).

Two acha types or species are commonly recognized. The straggling and free-tillering annual of 30 to 5cm tall that has leaves which are linear to lanceolate and glabrous up to 15cm long is known as *Digitaria exilis*. The inflorescence of *D. exilis* is a terminal digitate panicle of 2-5 slender sessile racemes, up to 15cm long. The spikelets are 2-flowered elliptic – oblong and acute. The seeds are tiny and 1000 seed weight can just be 0.5g. The other species known as *Digitaria iburua* is erect but does not tiller well as *D. exilis*. It grows to a height of about 140cm at maturity. It has 2-11 sub digitate racemes up to 13cm long. The seeds of *D. iburua* spp. are slightly heavier than those of *D. exilis*, with 1000 seed weight of *D. iburua* weighing about 0.7–0.8g.

Acha, mainly grown for its tiny seed, is tasty and has high nutrition value. The grains have a high swelling capacity. Jideani (1990), reports that a family of seven to ten people will comfortably consume about 2kg of processed grain in major acha growing areas. The grains are rich in methionine, an essential amino acid vital in human health that is lacking in many major cereals. Diets from acha are consequently tolerated by diabetic patients (Temple and Bassa 1991). Mc Watters (2000) also described how food products from acha are preferred to those from other cereals. However, grain yields are usually low (200-1000kg/ha), but this could be changed through improved husbandry practices, evaluation and selection of superior genotypes or by other breeding methods.

### Acha research at NCRI

Acha research and development at the National Cereals Research Institute (NCRI) started in 1995 when 13 accessions collected from some parts of Plateau State were planted for the first time in Badeggi. The evaluation confirmed a positive adaptation in this ecology. Another



significant observation was the maturity period that differed among accessions. These results spurred the NCRI management to make a germplasm exploration and collection expedition from 8 to 24 November 1995 to Bauchi, Kaduna, Kebbi, Niger and Plateau states, and FCT, Abuja. The survey produced a collection base of 138 accessions (Kwon-Ndung et al. 1998). Similarly, 263 farmers from 160 villages of 27 local government areas were interviewed and farmer's traditional production practices have been reported (Kwon-Ndung et al. 2001).

The collections have been further evaluated at the NCRI research field station in adaptation studies that showed promising selections with encouraging yield performances. Other relevant studies that followed these selections were:

- Yield performance and evaluation trials
- Effect of sowing date on grain yield
- Weed control studies
- Effect of seed rates on weed growth and yield
- Effect of different rates of NPK and organomineral fertilizers on growth and yield
- Strip cropping effects on three leguminous crops in acha production.

The initiation of the NCRI/Bioversity project on promoting and developing acha germplasm management and post harvest technology in 2001 led to the execution of these projects:

- Germplasm collection, documentation and characterization
- Morphological characterization
- Identification of compatibility crossings following pollen fertility studies
- Biochemical studies.

Other useful studies in this project that have not been completed include the cytological and chromosomal analysis, genetic mapping and DNA fingerprinting. The Institute has identified critical research priority areas as:

- Multilocational trials of selected superior performing genotypes or landraces among all relevant collaborators in national agricultural research systems (NARs), universities and ADPs
- Evaluation of effective herbicides and other weed control measures
- Evaluation of the efficiency of patented fabricated acha processing machine by Eng. Yohanna Kwa from Plateau State
- Development of standard recipes for acha.

### **Genetic diversity**

Present day breeding relies so much on genetic variation in landraces, primitive cultivars and wild forms to produce well-adapted and high-yielding crop varieties. There are currently landraces of acha only in cultivation although there is a lot of genetic diversity for improving agronomic and quality characteristics. The potential of these improvements lie in a systematic germplasm collection, evaluation and management, and the generation of variable source population for breeding.

Acha shows a wide range of diversity among the two main edible species and the wild relatives. *D. exilis* and *D. iburua* species exhibit tremendous inter and intra species variability in their morphology, physiology and anatomy. The *D. exilis* at maturity has a height that ranges from 30 to 75 cms; while *D. iburua* can grow to a height of 140 cm. Maturity of both species varies between two and a half months to six months. Vegetative traits, such as germination percent, tiller numbers, number of branches, plant height and leaf area as well as seed-related traits, such as number of days to 50% booting, number of days to 50% panicle emergence, straw weight at harvest and grain yield have all shown high levels of variability in experimental studies (Table 1).

Seed colour, size and viability have been reported to vary across species. The grains of *D. exilis* and *D. iburua* range from pure white to fawn yellow or purplish. The spikelets of *D.*



Table 1: Evaluation of nine accessions of Acha at Badeggi Upland ecology in 2002

Accessions	Germination	Plant height (60DAP)	No. of tillers/pl (60DAP) <sup>1</sup>	No. of branches (60DAP) <sup>2</sup>	Leaf area (60DAP)	No. of days to booting	No. of branches 120DAP	Plant height 120DAP	Flag leaf Area 120DAP	No. of panicle emergence days to 50%	No. of tillers 120DAP	No. of days to maturity	Straw weight kg/ha	Grain yield kg/ha
Arasbang	65	34.6	3.3	15.27	5.68	81	40.4	72.67	4.07	0	94.67	124.33	1333.7	500
Chenesara	79	45.2	4.7	25.23	9.75	100.67	51.8	49.6	6.73	0	35	145	1292	251.4
Ebut	61	43.87	0	0	23.91	101.67	0	113.13	44.3	13.73	107.67	140	1138.7	665.3
Gongerandong	77	46.47	4.1	25.53	6.45	68.33	44.23	68.67	6.57	0	0	151.67	1236	212.6
Nibang	65	38.73	0	0	20.39	94.33	0	102.07	25.23	15.93	109.67	139.67	1333.3	794.4
Nipiya I	66	50.13	0	0	26.58	94.33	0	122.53	39.03	14	106.33	139	1639	1068
Nipiya II	81	44.73	0	0	25.28	93	0	118	34.47	15.33	103	135	1194.33	847.22
Npkwos	81	38.67	3.3	12.8	4.75	92.67	43.13	82.09	6.57	0	104.67	127	1417	275
Tsala	65	35.27	3.3	18.07	3.98	98	37.47	76.67	4.57	0	15.93	147.33	1458	234.6
S.E	7.72	3.34	0.22	2.97	2.06	11.99	5.15	8.56	3.08	2.78	11.59	1.09	191.45	249.2
LSD	NS	10.05	0.66	8.91	9.17	NS	15.45	25.68	9.22	8.34	34.75	3.26	270	147.6
CV%	23.55	13.77	18.39	47.8	37.59	22.67	37.02	16.56	27.97	7.35	23.64	1.41	42.29	24.37

<sup>1</sup> *D. exilis* does not tiller after 60 DAP but rather branches

<sup>2</sup> *D. iburua* forms late tillers (after 60 DAP) but does not form branches

*iburua* are reddish or dark brown. The diverse nature of these traits is useful as sources of variability for improving this ancient cereal crop in Nigeria.

### **Ecological distribution**

Acha is mainly a plant of the savannas and is poorly adapted to lowland humid zones because it probably will succumb to different fungal and bacterial diseases. However, *D. exilis* are reportedly grown in South Eastern Sierra Leone around the Gola Forest. Similarly, *D. iburua* is reportedly grown in Zaire (now Democratic Republic of Congo) and some other equatorial locations (NRC 1996).

The germplasm collection expeditions carried out in Nigeria have so far revealed that acha is found in the Southern and Northern Guinea Savannah and in the Sudan Savannah agroecological zones. The distribution is spread across Bauchi, Kaduna, Kebbi, Niger, Plateau, and Nasarawa states and the Federal Capital Territory, Abuja as shown in Figure 1.

In Bauchi State, the crop is grown in four local government areas (LGAs) of Bogoro, Tafawa Balewa, Bauchi and Toro. Specific producing areas include Sum, Tafawa Balewa, Bogoro, Boi, Basham, Zwal, Dunga, Boho, Zaranda, Kafaru, Nabordo, Rinjin, Toro, Tilden Fulani and Kurpai.

The estimated area cropped to acha in the state was 2383.8 hectares in 2000 and 2625.9 hectares in 2001. Yields for both years corresponded to 3098.64 metric tonnes and 1936.83 metric tonnes respectively (Abdullahi and Daniel 2003). The low yield in 2001 was attributed to crisis in the acha-growing areas. The state has a production potential of 1.7m ha covering about 12 LGAs.



Figure 1. Map of Nigeria showing the Acha production area

In Kaduna State, the crop is grown in these LGAs: Jaba, Lere, Jema'a, Kachia, Sanga, Saminaka and Kagarko. Specific areas of production include Duya, Chori, Samban, Gure, Kaninkon, Kufai, Gwantu, Sanga, Jere, Nok, Fadan Kagoma, Issah, Gujeni, Kubacha, Kasabere, Katugal and Kwasere. The area cropped to acha in 2001 was 17 624.25 ha and 19 783.44 ha in 2002, corresponding to yields of 21 862.65 and 21 899 tonnes (KADP 2003). The production potential for the state is about 2.5 million ha in about 20 LGAs.

Niger State has a sparse acha production distribution. The crop is grown mainly in Paiko, Suleja, Kontagora, Gurara and Munya LGAs. The areas of production are specifically in Chimbi, Kafin Koro, Kwakuti, Suleja, Dikko, New Wuse, Boi, Daku, Nanati, Nirungu, Gurara and Shako. The land area cropped to acha has not been documented although there is great production potential in about 15 LGAs covering over 1.8 million ha.

In Kebbi State, acha is grown in Danko-Masagu, Zuru and Sakuba LGAs. The specific production areas are Danko, Rade, Ribah, Zuhu, Mukuku, Dabai, Filin Jirgi, Kobo and Tadjura. Although there is no documentation of land area cropped to acha, there is potential for growing the crop in six LGAs of the state in an area of 1.1 million ha.

In Plateau State, acha is grown in 12 out of the 17 LGAs, mainly in the mid to high altitude areas of the state. The state accounts for about 80% of acha produced in Nigeria. The areas of high density production in the state that hosts the widest diversity of this crop in Nigeria include Ganawuri Chiefdom in Riyom LGA, Richa, Mbar, Mushere and Daffo in Bokkos LGA, Vwang and Gyel in Jos South LGA, Bachit in Riyom LGA, Fan, Heipang and Gashish in Barkin Ladi LGA, Miango and Rukuba in Bassa LGA, Mangun and Jipal in Mangu LGA, Kagu in Pankshin LGA and Garam, Langshian and Tabulung in Kanke LGA.

The area where acha is grown in Plateau State is not properly documented although the PADP crop area yield survey report of 1999 indicated that 28 260.2 ha of acha field yielded about 26 000 m tonnes (PADP 1999). This figure may have increased significantly due to the high price premium placed on acha in recent times and the high cost of fertilizers that has forced farmers to abandon the production of other cash crops, such as potato that competes in land area with acha. There is great production potential in this state because of the traditional attachment to the crops. Hardly any farming family in this location will not plant acha in a season, no matter how small the area.

In Nasarawa State, acha is mainly grown in Wamba, Akwanga, Nasarawa Eggon, Kokona, Keffi, Karu and Toto LGAs. The production area has increased from 7000 hectares in 1999 to 9200 ha in 2001 (NADP 2003). This is an indication that the prospects for further expansion exist.

At the FCT Abuja, the crop is sparsely grown among farmers. In the eastern part of the territory, the crop has been identified with farmers in Bwari town and neighbouring villages. Farmers from the western parts of Rubochi and surrounding village, and parts of Abaji cultivate acha. Although there is no information on the production area, there is great potential for acha production in the FCT.

The ecological diversity of acha in Nigeria has shown that the local people like acha because they know it is of indigenous origin and hence has a long established tradition for cultivation, storage, processing and preservation. During several years of selection and use, the natives have located superior types, well adapted to their needs and conditions. The crop has become synonymous with cultural activities among the local people. The Aten people in Nigeria's Plateau State, for example, have several cultural festivals and occasions tied to acha production. It is difficult for them to do without this crop and this is one of the reasons why this crop will continue to survive many generations.

### **Conservation**

Acha diversity is mainly conserved naturally through farmers' traditional production practices. Conservation that serves as a basic link between germplasm collection and use must be done in a way that the storage and preservation meets the ultimate desire of the user. Acha germplasm is conserved as seed *in situ*. Farmers have been conserving acha seeds using traditional barns

for centuries. Acha has been known to remain viable after 13 years of storage in farmers' barns (Kwon-Ndung et al. 2001).

At the NCRI, all acha germplasm collected has been conserved through yearly planting of seeds. During the 1999/2000 cropping season, when the accessions could not be planted, most of them lost their viability after two years when they were taken for planting in 2001/2002 cropping season. The germplasm was stored in jute bags in an open office space. Further studies and experience have shown that seeds have been preserved and the viability maintained in airtight containers, in a refrigerator, for two years.

Farmers store their seeds for six to 13 years and still retain their viability. It is necessary to integrate the storage or conservation methods of acha farmers into research because a wide range of germplasm needs to be conserved for future use, to adapt crops to changing environments and sustain agricultural production. It may be necessary to bring in some novel methods, such as tissue culture and biotechnology to overcome loss of seed viability.

The characterization and documentation of all accessions is necessary prior to storage. The potential of all accessions need to be known so that they can be adequately utilized. Genetic characterization could reveal a lot of information on the taxonomy, cytogenetics and compatibility of crosses among acha accessions, wild relatives and other related cultivated varieties.

### **Limitations**

The problem of impure seed mixtures among accessions or landraces is a major constraint in evaluation and characterization. Nyam (1996) reported that most accessions collected around Jos Plateau are a mixture of two or more species. Also, Ifenkwe and Nyam (2003) showed that efforts to confirm the effects of specific agronomic practices on growth and development of different accessions or species have so far been confounded by the effect of these mixtures. There is need for pureline selection among landraces to assume homozygosity of accessions before any specific agronomic practices can be validated. This problem is being taken care of at NCRI by rouging of off-type plants in the field as well as panicle harvesting of seeds selected for planting.

Acha conservation at NCRI especially germplasm and seed is faced with difficulty of appropriate storage facilities. The type of barns used by farmers is not available and refrigerated stores are equally non-existent.

### **Future challenges**

The production of acha is not in serious decline compared to other indigenous grains, such as finger millet and sorghum. The crop is, therefore, well placed for improved production because of its wide cultivation, popularity and esteemed position among local people.

The aim of germplasm collection, evaluation and conservation is to reduce genetic erosion and produce population sources for genetic improvement and preservation for future use. Since the preservation of acha germplasm and seed at NCRI is a serious problem, there is need for regional cooperation with international funding for acha germplasm storage and preservation. This is a worthwhile and viable cost-effective proposal to consider.

There is also need to intensify efforts to acquire more accessions and purify them into desirable strains before systematic evaluation and characterization.

Farmers' traditional activities in producing and conserving acha seeds should be encouraged. There is need to support the farmer financially, scientifically or technically so that they can continue conserving acha landraces and accessions. This will guarantee that acha is protected from any form of genetic erosion and also ensure food security through this valuable crop of the future.

### **References**

- Abdullahi D, Daniel L. 2003. The status of Acha (*Digitaria exilis*) production in Bauchi state of Nigeria. Paper presented at National Acha Stakeholders Workshop. PADP, Jos, 10-11 March 2003.
- Anonymous. 1995. A small cereal with big promise. Spore 55:5.

- Attere AF. 1994. Plant Genetic Resource in Sub-Saharan Africa. pp. 65-75 *in*: Safeguarding the Genetic Basins of Africa's Traditional Crops (Putter A. ed.). CTA, The Netherlands/IPGRI, Rome.
- Dogget H. 1986. Small millets – A selective review, Proceedings of the 1st International small millets workshop. Bangalore, India. Oct. 29-Nov. 2.
- Ifenkwe OP, Nyam DD. 2003. Production practices for Acha, *Digitaria* spp. in Nigeria. Paper presented at National Acha Stakeholders Workshop. PADP, Jos. 10-11 March 2003.
- Jideani IA. 1990. Acha – *Digitaria exilis*. The neglected cereal. Agriculture International. 42(5) 132-143
- KADP. 2003. Status of Acha (Hungry Rice) production in Kaduna State. Paper presented at National Acha Stakeholders Workshop. PADP, Jos 10-11 March 2003.
- Kwon-Ndung EH, Dachi SN, Misari SM. 1998. Collecting germplasm of acha *Digitaria exilis* Kippis Stapf. accessions in Nigeria. IPGRI/FAO Plant Genetic Resources Newsletter, 116:30-31.
- Kwon-Ndung EH, Misari SM, Dachi SN. 2001. Study on the production practices of Acha, *Digitaria exilis* Kippis Stapf. in Nigeria. Science Forum. 4:106-113.
- Mc Watters KH, Ouedrago JB, Resurreccion AVA, Hung YC, Phillips RD. 2000. Baking performance of wheat, fonio and cowpea flours. Abstract Research Programs on Cowpeas. Dept. of Food Science and Technology, University of Georgia, 1109 Experiment Street, Griffin, GA 30223.
- NADP. 2003. Status of Acha Production in Nasarawa State. Paper presented at National Acha Stakeholders Workshop. PADP, Jos 10-11 March 2003.
- NRC. 1996. Fonio (Acha). In: Lost Crops of Africa. Volume 1: Grains. National Academy Press, Washington, D.C. pp. 59-76.
- Nyam DD. 1996. Yield and yield components in some acha (*Digitaria* spp.) varieties. Unpublished M.Sc. Thesis. University of Jos, Nigeria.
- PADP. 1999. Annual Report of Plateau Agricultural Development Programme. PADP, Dogon Dutse, Jos. Plateau State. Nigeria. 1999.
- Purseglove JW. 1975. Tropical Crops. Monocotyledons I: Longmans, London. 531 pp.
- Temple VJ, Bassa JD. 1991. Proximate chemical composition of acha (*Digitaria exilis*) grain. Journal of the Science of Food and Agriculture. 56 (4) 561-563.



## Gestion *in situ* de l'agrobiodiversité: Le modèle de conservation endogène de l'igname au Bénin

M.N. Baco<sup>1</sup>, J-L. Lescure<sup>2</sup>, S. Tostain<sup>2</sup>, J-L. Pham<sup>2</sup>, A. Ahanchédé<sup>3</sup>, A. Dansi<sup>3</sup>, P. Glèlè-Adihou<sup>1</sup>, O. Daïnou<sup>3</sup>, R.S. Vodouhe<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

<sup>2</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD), France

<sup>3</sup> Université d'Abomey Calavi, République du Bénin

<sup>4</sup> Bioversity International, West and Central Africa Office, Benin

### Abstract

Yam (*Dioscorea cayenensis* - *D. rotundata*), is a staple food crop widely produced in Benin. It plays an essential role in food security in rural families of northern Benin. However, this crop is now cultivated in the changing agro-ecology, socio-cultural, economic and politico-judicial environment that affects yam and its diversity. The study was proposed to contribute to the sustainable management of yam's diversity in four villages with 60 farms in northern Benin. Farms have large crop diversity, hence the 112 varieties inventoried in the study area. The management of this diversity is dynamic and is supported by maintenance and enrichment practices. These practices are influenced by some socio-economics parameters like ethnic groups and family structures. The farmers know how to produce the diversity in diverse agrosystems. *In situ* conservation is possible and many actors, such as farmers, farmers' organization, non-governmental organizations (NGOs) research institutes, and policy makers, among others who were interviewed confirmed this.

### Introduction

Dans presque toutes les contrées où elle est cultivée, l'igname joue un rôle prépondérant, comme culture de subsistance, comme culture commerciale, comme culture à caractère socioculturel ou encore comme culture englobant ces différents aspects. IITA (1998) en conclue que l'igname est une culture vivrière très importante pour les peuples d'Afrique Occidentale dont ceux du Bénin.

Nonobstant ses multiples fonctions et l'ancienneté de la pratique de sa culture, les conditions de sa production n'ont pas sensiblement varié. La culture de l'igname est sujette à de nombreuses difficultés qui peuvent conduire à l'abandon et la disparition de certaines variétés. Aujourd'hui, l'igname subit la concurrence d'autres cultures telles que le coton, le maïs et le manioc. L'objectif commercial commence à prendre le pas sur la fonction alimentaire qui jadis était la principale raison de production de cette plante. Une autre menace qui pourrait avoir des conséquences sur la diversité des ignames est l'introduction de la variété Florido, issue de Porto Rico. En Côte d'Ivoire, Hamon et al. (1995) ont révélé que l'introduction de cette variété a conduit dans de nombreux villages à l'abandon des variétés traditionnelles.

On constate également la quasi-inexistence de création variétale par la recherche et l'abandon progressif des pratiques endogènes de création variétale. La domestication, qui est la forme de création traditionnelle des variétés, est de nos jours pratiquée par très peu de paysans (Baco, 2000). Les écosystèmes où les paysans puisaient des ignames sauvages pour les domestiquer et créer la diversité s'amenuisent et disparaissent du fait de l'agriculture extensive et de la poussée démographique.

Les limites d'une stratégie de gestion des ressources génétiques des plantes cultivées fondée uniquement sur une conservation *ex situ* sont maintenant claires (Brush 1995, Hamilton 1994, Miller et al. 1995) et la nécessité de développer des stratégies complémentaires *in situ* est aujourd'hui largement admise. Il sera question dans cette étude, d'analyser la possibilité de conserver *in situ* l'agrobiodiversité en nous inspirant du modèle igname. Brush (1992) fait remarquer que dans le domaine de la conservation des ressources phytogénétiques, la prise en compte des populations locales est timide, bien que leur rôle de producteurs et de conservateurs

de diversité ait été mis en évidence dans plusieurs contextes. A travers cette étude de la conservation des ressources génétiques de l'igname, nous voulons voir comment les exploitations agricoles participent à la gestion et au maintien de la biodiversité. Puis nous analyserons la possibilité de développer un programme de conservation de cette diversité sous gestion paysanne dans un environnement politico- juridique qu'ils ne maîtrisent pas.

### **Cadre méthodologique**

#### **Sélection des villages d'étude et des unités d'observation**

Par Commune, deux villages ont été étudiés soit un total de 4 villages pour l'ensemble de la recherche (Figure 1). Les villages ont été choisis, de façon à avoir les deux groupes socio-linguistiques majoritaires de chaque commune. A Sinédé, ce sont les villages de Wari et de Gorobani qui ont été étudiés. Wari est composé majoritairement de Bariba alors que Gorobani est surtout peuplé par les Gando. A Tchaourou par contre, ce sont les villages de Kinnoukpanou et de Yébéssi qui ont été sélectionnés. Le premier village est composé majoritairement de Nago alors que le second compte beaucoup plus de Lokpa.

Par commune, 30 exploitations ont été étudiées soit 60 exploitations pour l'ensemble de la recherche. Les exploitations étudiées ont été choisies de façon à avoir toute la diversité des exploitations agricoles du nord Bénin signalées dans les études diagnostiques (Baco et Djènotin, 2003).

#### **Outils et méthodes de collecte des données**

Plusieurs outils et techniques de collecte de données qualitatives et quantitatives ont été utilisées dans cette étude: enquêtes exploratoires, récits de vie, entretiens semi-structurés, entretiens de groupe au niveau du village, recherche documentaire, observation participante, triangulation.

#### **Données collectées et outils d'analyses**

Pour mieux comprendre pourquoi les paysans maintiennent la diversité, où ils la maintiennent, et pour déterminer les points d'action, nous avons procédé à une analyse participative de la distribution suivant la méthode des quatre carrés connue sous le nom de « four square analysis ». Le fil conducteur des analyses se base sur l'approche

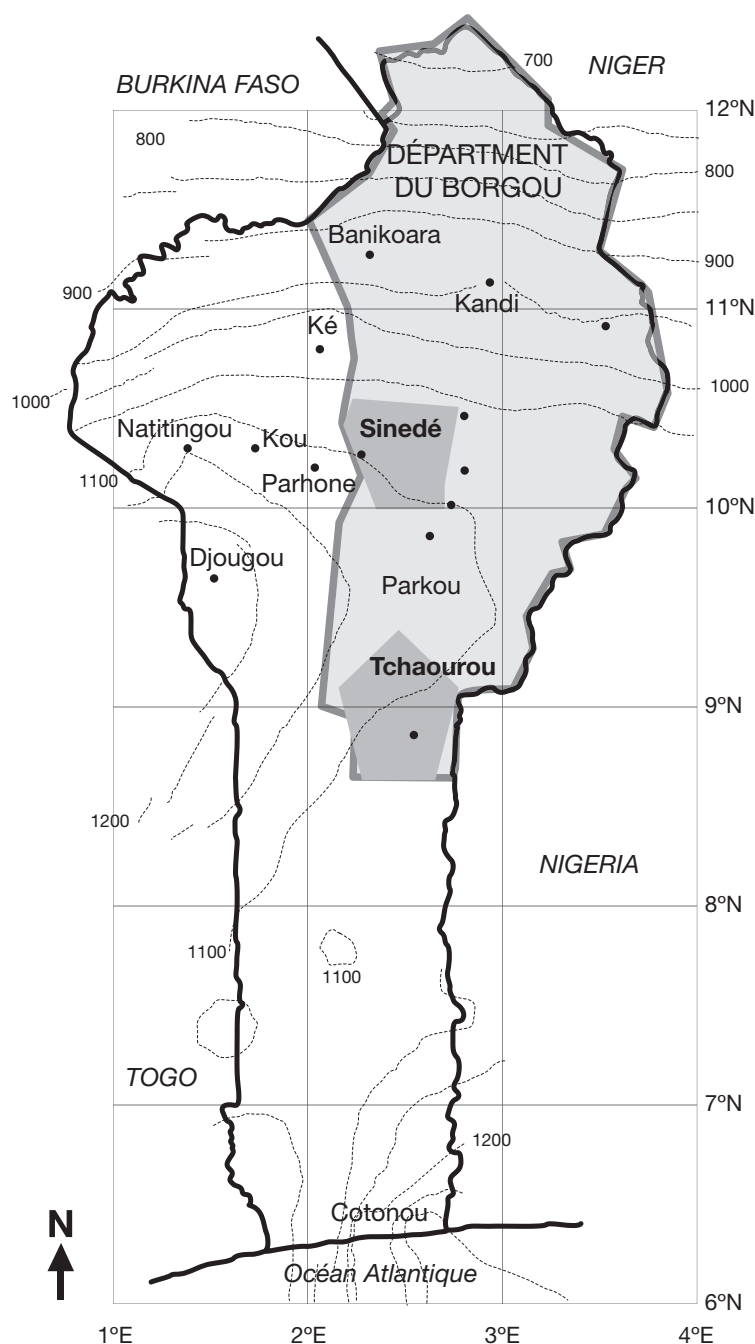


Figure 1: Zones d'étude au Bénin

préconisée par Jarvis et al. (2000a). Avant toute mise en œuvre de la conservation *in situ*, certaines questions, méritent réponse:

- Quelle est l'ampleur de la distribution et de la diversité génétique maintenue par les paysans dans le temps et dans l'espace?
- Quels sont les processus utilisés pour maintenir cette diversité au champ?
- Quels sont les facteurs qui influencent les décisions des paysans à maintenir la diversité au champ?
- Qui maintient cette diversité au champ (homme, femme, jeune, vieux, riche, pauvres, certains groupes ethniques)?

### Résultats

#### Ampleur de la diversité maintenue par les paysans dans le temps et dans l'espace

L'analyse des quatre carrés réalisée avec des groupes de producteurs dans les villages étudiés, a permis de dégager le niveau de production de toutes les variétés (Figure 2). Cette analyse qui se veut participative a permis de dégager les variétés les « plus menacées » (quadrant bas droit) et les variétés les « moins menacées » (quadrant haut gauche). Deux critères ont été considérés.

Il s'agit:

- de la superficie allouée à chaque variété dans les champs; ce paramètre a été représenté par un grand cercle ou un petit cercle selon qu'il s'agit d'une grande superficie ou d'une petite superficie.

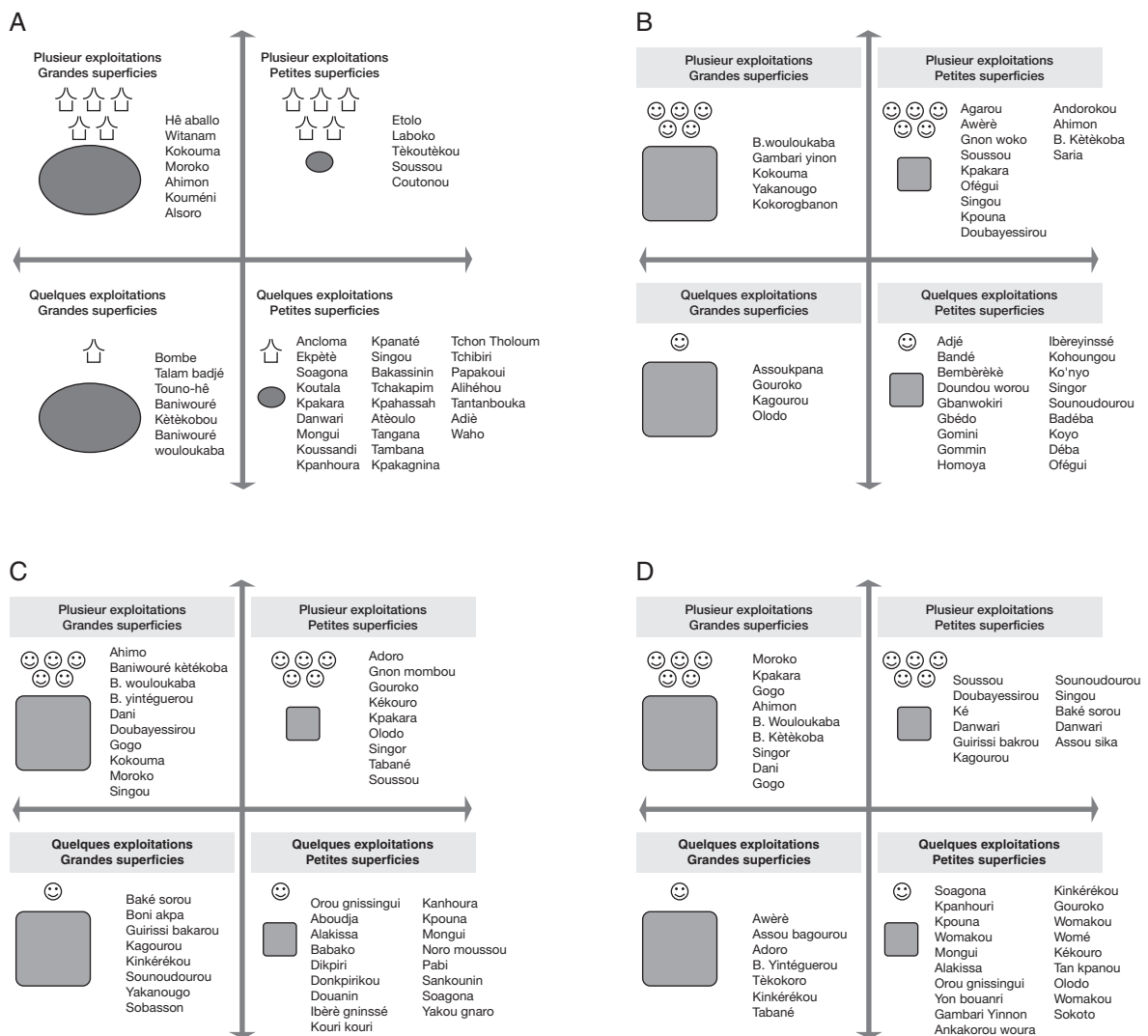


Figure 2: Distribution des variétés de Yébessi (A) de Kinnoukpanou (B) de Wari (C) et de Gorobani (D)

- du nombre d'exploitation agricole chez lesquelles on retrouve chaque variété. Ici, les figurines choisies sont les cases ou les individus.

Au cours des investigations 52 variétés ont été recensées à Yébessi, 41 à Kinnoupanou, 48 à Gorobani, et 46 à Wari.

### Analyse comparée de la diversité des villages étudiés

#### *Comparaison de la diversité intra-village*

Au vu des résultats obtenus séparément par village, il ressort que le nord du Bénin regorge d'un pool variétal assez fourni et très varié. Au total, 112 variétés de l'espèce *D. cayenensis-rotundata* ont été inventoriées. La spécificité notée dans chaque village mérite d'être analysée pour comprendre l'apport de la forte diversité signalée sur la dynamique et la durabilité des systèmes de cultures à base d'igname de cette région du Bénin.

L'analyse des résultats révèle que la diversité des ignames ne s'exprime pas de la même façon dans tous les villages (Tableau 1).

Il ressort aussi que dans le nord Bénin, les producteurs ont en moyenne 9 variétés d'igname dans leurs champs. Certains peuvent en posséder jusqu'à 23 alors que d'autres se contentent seulement de 3. Ce grand écart autour de la moyenne traduit la diversité des options qu'il y a sur la gestion de la diversité des ignames. 26 exploitations sur les 60 étudiées (soit 43%) ont

Tableau 1: Quelques données sur la diversité variétale dans les villages étudiés

Villages	Variétés							
	Nombre/ village	Moyenne/ exploitation	Maximum/ exploitation	Minimum/ exploitation	Classes			
					3 à 7	8 à 12	13 à 17	18 à 23
Kinnoupanou	41	7	17	4	10	4	2	2
Yébessi	52	5	9	3	12	3	0	0
Wari	46	11	20	5	3	8	2	2
Gorobani	48	14	23	5	1	6	5	3
Nord Bénin	112	9	23	3	26	21	8	5

entre 3 à 7 variétés. 35%, 13%, et 8% des exploitations enquêtées ont respectivement entre 8 à 12, 13 à 17 et 18 à 23 variétés. L'analyse de variance abouti à un F qui est hautement significatif ( $P = 0.001$ ). L'hypothèse selon laquelle les paysans des quatre villages étudiés cultivent le même nombre de variétés est rejetée. On conclue que la moyenne des variétés par paysans n'est pas la même dans les 4 villages.

#### *Niveau et importance de production des variétés*

A l'échelle du nord Bénin les 112 variétés se répartissent en 4 classes (Tableau 2):

Tableau 2: Répartition des variétés cultivées dans quatre classes suivant deux critères

Localités	GSPE		GSQE		PSGE		PSQE	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Wari	9	20	7	15	11	24	18	39
Gorobani	10	21	8	17	13	27	17	35
Yébessi	7	13	8	15	10	19	27	52
Kinnoupanou	5	12	4	10	12	29	20	49
Nord Bénin	10	9	12	11	25	22	65	58

- La classe des variétés produites sur de grandes superficies et cultivées par plusieurs exploitations (GSPE);
- La classe des variétés produites sur de grandes superficies et cultivées par quelques exploitations (GSQE);
- La classe des variétés produites sur de petites superficies et présentes chez plusieurs exploitations (PSGE);
- La classe des variétés produites sur de petites superficies et cultivées par quelques exploitations (PSQE).

On remarque que seules quelques variétés sont produites à grande échelle, d'autres, par contre, ont une production marginale.

#### *Répartition des variétés entre les ethnies*

A l'instar de l'analyse au niveau village (dimension géographique), nous avons apprécié comment se répartissent les variétés au niveau des groupes ethniques (dimension anthropique et socioculturelle) (Tableau 3).

Tableau 3: Répartition des variétés par couple d'ethnies

Ethnies	Bariba	Gando	Lokpa	Nago
Nago	28	25	5	
Lokpa	4	4		
Gando	51			
Bariba				

Le couple Bariba- Gando est celui qui a le plus de variétés communes. Les Lokpa ont très peu de variétés communes avec les trois autres ethnies. Les couples Bariba-Nagot et Gando-Nagot ont presque les mêmes variétés communes.

En considérant les 4 ethnies étudiées à travers les quatre villages, il ressort que (Figure 3), la grande partie (48%) des 112 variétés, est cultivée par une seule ethnie. Seules 4 variétés (3,5%) sont communes aux quatre ethnies.

Les variétés communes aux quatre ethnies sont "Moroko", "Ahimon", "Kpouna" et "Awèrè". Ce sont les Lokpa qui détiennent le plus de variétés spécifiques. Sur les 54 variétés de ce groupe, ils en détiennent 46. Quelles sont les raisons de cette spécificité des Lokpa? La discussion permettra d'apporter quelques éléments de réponse.

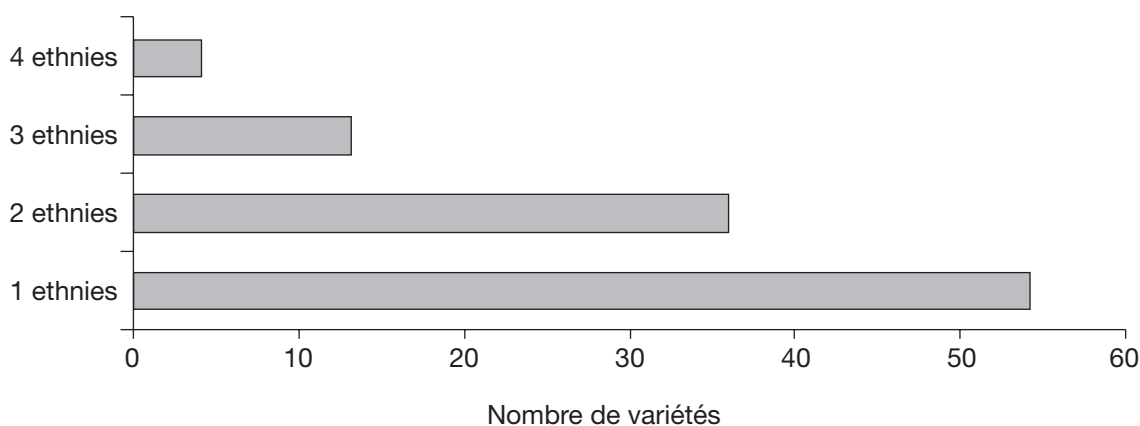


Figure 3: Répartition des variétés par groupe d'ethnies



***Processus utilisés pour maintenir et créer la diversité des ignames***

Il est question d'analyser toutes les pratiques de gestion et de conservation de la diversité des ignames utilisées par les producteurs. L'accent sera mis sur les pratiques qui permettent de créer et d'enrichir la diversité et les pratiques qui permettent de conserver la diversité de façon durable.

**Pratiques paysannes de maintien et de conservation de la diversité variétale des ignames*****Stockage différentiel des variétés***

A l'instar de ce qui se fait à la plantation, les variétés sont stockées en tas séparés quelle que soit la méthode de conservation. Il existe différentes méthodes de conservation:

- Stockage dans les greniers: en général, les producteurs ne conservent pas leurs semenceaux d'igname dans les greniers. Les greniers servent à la conservation des ignames destinées à la consommation. Les greniers ainsi construits ont une durée de vie maximale de 2 ans. Par contre, les ignames peuvent y être gardées pendant 6 mois.
- La conservation en tas sous des arbres: les producteurs profitent de l'ombre de quelques arbres présents dans le champ pour garder leurs semences pendant un mois maximum. Chaque variété a son tas distinct de celui des autres.
- La conservation en buttes permet d'éviter au maximum les pourritures des semenceaux et les attaques de cochenilles (cause de perte variétale). C'est la forme de conservation la plus utilisée pour les semences. Les semenceaux d'igname sont gardés dans les buttes jusqu'à l'approche de la prochaine plantation.

***Le sevrage précoce ou la double récolte***

Pendant la première récolte, qui est une opération délicate, les racines ne doivent pas être abîmées pour permettre une néo-tubérisation. La première récolte fournit de l'igname qui est consommée alors que la néo-tubérisation donne des semences qui seront utilisées la campagne suivante. Cette pratique de sevrage précoce ou de double récolte est nécessaire pour l'obtention des semences des variétés précoces et donc pour leur maintien continu dans le système de cultures.

***Association de certaines variétés à des pratiques culturelles***

L'igname n'a jamais été considérée comme une culture ordinaire dans les aires culturelles étudiées. Plusieurs rites et cultes régissaient sa culture, sa récolte et sa consommation. Pour accomplir chacune de ces cérémonies certaines variétés d'igname étaient investies de fonctions bien précises. La variété "Khanhouri" continue d'être cultivée malgré ses faibles caractéristiques agronomiques pour être utilisée dans les offrandes aux ancêtres et les fêtes d'igname. Les variétés "Hê-aballo" et "Moroko" sont les plus présentes lors des cérémonies festives chez les beaux-parents, lors des baptêmes et des mariages. Du fait de la grosseur de leurs tubercules, les producteurs les utilisent pour montrer leur entrain au travail et pour se distinguer socialement. L'abandon ou l'indifférence actuelle des jeunes vis-à-vis des pratiques culturelles impliquant ces variétés pourraient compromettre à la longue leur maintien et favoriser leur disparition (Adoukonou-Sagbadja 2001, Tostain et al. 2002).

**Pratiques paysannes liées au renforcement de la diversité variétale des ignames*****Les circulations de variétés entre paysans***

C'est une pratique qui permet à un producteur d'acquérir chez un autre paysan une variété dont il ne dispose pas. Toutes les variétés sont concernées par cette pratique, toutefois, les variétés chères (Kpouna, hê aballo, etc.) sont moins citées dans les échanges. Les variétés peuvent être acquises par des dons, l'héritage, les échanges simples, la rétribution de travail ou par achat.

***Les dons de variétés entre paysans***

Ce sont des offres de variétés sans contre-partie exigible. Ils témoignent parfois une marque de solidarité vis-à-vis des producteurs qui pour diverses raisons (maladies, calamités, voyage,

etc.) ont perdu leur matériel végétal (Okry 2002). Dans la circulation de variétés entre les paysans, le don représente 37%. Les producteurs acquièrent les variétés de leurs amis, de leurs frères, de leurs oncles, de leurs parrains, de leur belle-famille par l'intermédiaire des femmes, des voisins de champ.

Les pratiques agricoles de renouvellement et d'enrichissement de la diversité sont couplées à des pratiques sociales qui dépassent le cadre de l'unité de production. Elles s'inscrivent dans une dynamique sociale qui rend compte, de certains aspects du fonctionnement de la population du nord Bénin.

### *L'héritage de variétés*

Il s'agit de variétés provenant du père. Après la mort du père, les enfants récupèrent les variétés qu'ils cultivaient de son vivant. C'est le mode d'accès le plus courant aux variétés.

### *L'achat de variétés*

Les achats de semenceaux d'ignames se font mais à des proportions moindres (14%). Il n'y a pas de marché à proprement parler pour les semences. Les ventes se font au champ. Dans l'ensemble des quatre villages étudiés, il existe des paysans qui sont connus pour la vente de semenceaux d'igname. En moyenne un semenceau est vendu à 40 FCFA.

### *Les échanges de variétés entre paysans*

Ils sont les moins fréquents dans la circulation des variétés entre paysans. Dans un travail similaire sur le manioc, (Emperaire et al. 1998) remarquent que les échanges de variétés se font entre individus bien déterminés sur le plan social et empruntent des réseaux déjà constitués. Ils interviennent entre producteurs souhaitant l'un et l'autre avoir des variétés particulières détenues par le voisin.

### *Introductions variétales*

Ce sont des importations de variétés à partir d'autres régions éloignées de la zone d'étude ou à partir des pays voisins. Pour l'ensemble de la zone étudiée, 21 variétés ont été introduites.

Les transferts variétaux s'accompagnent rarement de transferts de noms. Lorsque l'importation de la variété n'est pas suivie de transfert de nom, le paysan introducteur de la variété baptise à nouveau cette variété. Deux cas de figure peuvent se présenter:

- Le nom donné est celui d'une variété déjà existante, bien que les deux variétés, pourraient être différentes génétiquement. Cette introduction de matériel, est suivie d'un enrichissement réel du pool génétique du point de vue du généticien. Pourtant la pratique paysanne, masque cet enrichissement.
- Un nom émanant du paysan introducteur différent de ceux en usage dans la zone d'introduction alors que le matériel introduit existait déjà dans le milieu. La conséquence ici est l'augmentation « apparente » de la diversité due aux synonymes alors que génétiquement le pool génétique est demeuré inchangé.

En dehors de ces introductions qui ne s'accompagnent pas du nom du matériel introduit, il y a des cas où le transfert de variétés se fait avec le nom d'usage de la zone d'origine.

### *Domestication des ignames sauvages*

Parmi les pratiques de création et d'enrichissement variétal, observées sur le terrain, figure en bonne place la domestication des ignames sauvages. Elle consiste à cultiver des ignames sauvages collectées dans leur habitat naturel (forêts, savanes, jachères) et à les soumettre à une série de contraintes dans le but d'obtenir des ignames cultivées. Elle est pratiquée aujourd'hui par quelques rares paysans en milieu Bariba (Baco 2000).

### **Déterminants socio-économiques des détenteurs de la diversité**

Dans cette partie, il sera question de faire une analyse de la diversité variétale, ciblée sur l'exploitation. Pour cela, nous aurons recours aux déterminants socio-économiques (âge, sexe, groupe ethnique, nombre d'actifs agricoles, superficie cultivée, etc.). La prise en compte de la dimension socioculturelle est due au fait que les anthropologues ont depuis longtemps reconnu le rôle de la tradition dans la détermination des cultivars que les paysans choisissent de cultiver (Jarvis et al. 2000b).

#### *Lien entre l'âge des paysans et le nombre de variétés*

Cette étude a révélé qu'il existe plusieurs pratiques endogènes qui permettent de gérer et de conserver l'agrobiodiversité. En général, les savoirs locaux sont détenus par les personnes âgées de la communauté. Selon Jarvis et al. (2000b), cette détention des savoirs par les vieilles personnes est précaire dans la mesure où les savoirs peuvent être perdus si les plus âgés ne les passent pas à la jeune génération. Pour cette raison, nous avons voulu comprendre l'influence de l'âge des producteurs sur l'ampleur de la diversité des ignames qu'ils cultivent.

L'âge des producteurs étudiés varie de 25 à 60 ans et l'âge moyen est de 43 ans. Pour comparer le nombre moyen de variétés entre les tranches d'âge, nous avons fait le test d'analyse de variance.

F n'est pas significatif au seuil de 5% ( $P = 0.469$ ). L'hypothèse selon laquelle le nombre moyen de variétés varie avec l'âge est rejetée. On conclue que la moyenne de variété est la même entre les classes d'âge. Les personnes plus âgées, les adultes et les jeunes cultivent le même nombre de variétés dans leurs champs. Les personnes âgées n'accumulent pas les variétés avec le temps. Elles entretiennent tout comme les jeunes un processus dynamique dans lequel elles abandonnent certaines variétés, et en adoptent de nouvelles.

Il ressort cependant que les personnes âgées détiennent des variétés spécifiques que les jeunes n'aiment pas cultiver. C'est le cas de "Kpanhoura" utilisée dans les offrandes. De même les jeunes à leur tour cultivent des variétés ("Olodo", "Awèrè", "Aboudja", etc.) qu'on ne retrouve pas chez les plus âgées du fait de leur récente introduction dans le milieu.

#### *Genre et gestion de la diversité*

L'approche par le genre est un outil qui permet d'examiner les activités, les responsabilités, les opportunités dans la vie de chaque membre d'une communauté, prenant en compte les relations existant entre les hommes et les femmes. A la suite de Bioversity (1991), la prise en compte du genre doit permettre de voir comment les relations hommes-femmes affectent la manipulation de l'environnement et des ressources agricoles. Parmi les 60 chefs d'exploitations enquêtés, il n'y a aucune femme. La culture de l'igname est une activité exclusivement réservée aux hommes. L'implication des femmes ne se fait qu'après la récolte dans les transformations alimentaires, dans la commercialisation sur le marché. C'est à ces niveaux que de façon indirecte elles influencent le choix des variétés cultivées dans l'exploitation. L'igname pilée est la principale forme de consommation des ignames dans l'ensemble des quatre groupes socio-linguistiques étudiés. La préparation de ce repas qui relève des activités des femmes est fastidieuse et contraignante. Cette pénibilité est accrue lorsque l'igname ne se prête pas à cette préparation du fait de ses caractéristiques texturales. Pour cette raison, les femmes préfèrent les variétés qui possèdent d'excellentes qualités organoleptiques qui sont aptes à faire de l'igname pilée. En générale, ce sont aussi ces variétés qui se vendent à des prix élevés sur le marché. Parmi ces variétés, on peut citer: "Kpouna", "Moroko", "Dani", "Hé-aballo". Vu sous l'angle du genre, on peut dire que dans l'exploitation:

- les femmes mettent prioritairement l'accent sur les variétés à bonnes qualités organoleptiques, faciles à piler et qui se vendent bien. Les critères de choix des femmes sont donc essentiellement culinaires et commerciaux.
- les hommes quant-à eux préfèrent surtout les variétés à bons rendements, qui donnent beaucoup de semenceaux pour la prochaine campagne. Les paramètres de sélection variétale sont ici agronomiques.

### *Lien entre l'appartenance linguistique et la diversité variétale*

Chacune des ethnies s'identifie à travers une tradition, une histoire, des habitudes alimentaires qui peuvent être des bases d'un maintien des pratiques endogènes autour de l'agrobiodiversité. Il existe des variétés qui sont spécifiques à chaque ethnie.

Les Lokpa, ethnie majoritaire du village Yébessi, préfèrent les variétés à tubercules énormes. Les variétés les plus appréciées sont: "Hê-aballo", "Witanam", "Samassi-hê". Cette préférence pour des variétés à gros tubercules amène les Lokpa à confectionner de très grosses buttes.

Les Nagot qui sont la principale ethnie de Kinnoukpanou cultivent, plus les "Kokoro" qui sont des variétés à petits tubercules. Ces variétés sont utilisées pour faire des cossettes d'igname qui sont commercialisées sur le marché. Ce choix variétal amène les Nagot à faire des buttes de petites tailles. Les Bariba et les Gando préfèrent des variétés telles que "Moroko", "Ahimon", "Dani", "Kpouna" qui sont de tailles moyennes ce qui explique que dans les champs de ces ethnies, on retrouve des buttes de taille moyenne.

Dans l'hypothèse que la diversité culturelle participe aussi à maintenir la richesse variétale, le test de comparaison des moyennes a été effectué pour voir s'il existe une différence de moyenne de variétés entre les différentes ethnies étudiées.

Le F est hautement significatif au seuil de 5% (0.013). Il existe une différence entre le nombre moyen de variétés cultivées par les différents groupes socio-linguistiques. Les Gando ont la plus grande moyenne avec 13 variétés. Ils sont respectivement suivis des Bariba (11 variétés), les Nagot (8 variétés) et les Lokpa (6 variétés).

## **Discussion**

### **Analyse de la diversité des ignames cultivées**

#### *Des échelles de production inégales entre les variétés*

L'analyse sur le niveau de production de chacune des variétés, indique qu'il y a des variétés produites à grande échelle et des variétés dont la production est marginale au point où les producteurs constatent la disparition de certaines d'entre elles.

#### *Les variétés les plus produites*

Les 10 variétés les plus produites au niveau régional sont respectivement: "Moroko", "Kokorogbana", "Baniwouré wouloukaba", "Kokouma", "Dani", "Ahimon", "Gogo", "Yakanougo", et "Singou". Ces variétés sont très appréciées sur le plan culinaire et se vendent bien dans le commerce. Elles se conservent sur une période plus ou moins longue et ne sont soumises à aucune barrière socio-culturelle. A elles seules, ces neuf variétés occupent plus de 50% des superficies allouées aux 112 variétés d'igname. Les raisons commerciales ne dictent pas toujours les variétés à cultiver. En effet, la variété "Kpouna" qui est la plus chèrement vendue (trois à quatre fois le prix des autres variétés) dans le commerce, vient en 17<sup>ème</sup> position dans l'ordre des variétés les plus produites. En plus de la raison commerciale, les producteurs semblent tenir compte d'autres paramètres.

#### *Les variétés les moins produites*

Les variétés les moins produites sont les plus nombreuses. Environ 60% du total de variétés recensées est produit sur 30% des superficies en igname. Parmi ces cultivars, on retrouve: "Noro moussou", "Soagona", "Orou Yinssingui", "Tchakapim", "Arro", "Tambana", etc. Les variétés à production marginale s'observent à deux niveaux:

- Au niveau villages: ce sont des variétés produites sur de petites superficies et par quelques rares producteurs. Elles constituent environ 45% des variétés dans chaque village.
- Au niveau régional: ce sont des variétés qu'on ne retrouve que dans un seul village. Elles représentent 62% des variétés cultivées.

Ce constat amène à se poser une question fondamentale dans le cadre de la mise en oeuvre d'un programme de conservation *in situ*. Entre les variétés de ces deux niveaux, lesquelles doivent être prioritaires dans la stratégie de conservation ? Autrement dit sur quel niveau pèse



t-il plus de menaces ? Dans l'approche que nous préconisons, ces deux niveaux doivent être considérés avec la même importance. Toutefois, une analyse plus approfondie mérite d'être faite sur la « carte d'identité » de chaque variété. En effet, parmi ces variétés à faible production, il y a plusieurs groupes:

- le groupe des variétés locales (donc anciennes et endémiques). Exemple: "Soagona", "Orou Yinssingui", "Tambana", etc.
- le groupe des variétés récemment introduites d'une autre région: cas de "Alakissa", "Aboudja", "Ofégui", etc.
- le groupe des variétés récemment domestiquées. Exemples: "Noro moussou", "Donkpirikou", "Akpannou", etc.

Le premier groupe semble celui sur lequel il faut mettre le plus d'attention car il regroupe les variétés locales et anciennes. Dans la mesure où le programme de conservation que nous proposons est une conservation basée sur le maintien des processus (et non sur le maintien du matériel), il est important que ces processus puissent favoriser la création ou l'introduction de variétés ayant les caractéristiques de ce groupe. C'est la condition pour que l'érosion des variétés endémiques soit suivie de moindres conséquences.

### *Les variétés abandonnées*

Au fil du temps, les variétés disparaissent des champs et à l'allure où les choses évoluent d'autres variétés quitteront définitivement les champs. Les variétés ayant disparu sont: "Toukonou-Woura", "Soassé", "Boubiri-boubiri", "Bomatangui", "Moussougou souan", "Akpinnou", "Yô soussou", "Kpouna botorou". Ce sont les producteurs âgés qui reconnaissent les variétés ayant disparu. En 20 ans une dizaine de variétés semblent avoir quitté les champs. Les raisons de l'abandon de ces variétés se résument à leur faible productivité, la forte exigence en travail et les changements climatiques (raccourcissement de la saison pluvieuse). L'abandon de certains cultivars pourrait aussi se justifier par l'indifférence que manifeste la jeune génération vis-à-vis du dispositif rituel et culturel lié à certaines variétés. Cette disparition n'est pas sans conséquence sur l'agrobiodiversité qui s'amenuise avec le temps.

En ce qui concerne l'introduction de variété, à l'exception de Florido (*D. alata*), aucune autre variété n'a été vulgarisée par les structures d'encadrement (recherche agronomique, vulgarisateurs et ONG) au Bénin. A ce jour, l'adoption de cette variété n'est pas encore significative (Vernier et Dansi 2000). En Côte d'Ivoire, Hamon et al. (1995) rapportent que l'introduction de cette nouvelle variété a conduit dans de nombreux villages à l'abandon des variétés traditionnelles. En s'intéressant aux années d'introduction, on constate que la variété Florido a été introduite en Côte d'Ivoire depuis 1970 (Zoundjihèkpon et al. 1998), alors que sa vulgarisation officielle n'a commencé au Bénin qu'en 1998 (Dossou, communication personnelle). On peut supposer qu'avec le temps, cette variété conduirait aussi au Bénin si rien n'est fait à la perte des variétés traditionnelles.

En dehors des variétés introduites par le système formel, il existe aussi des introductions faites par les producteurs eux-mêmes. La compétition entre les variétés locales et les variétés introduites, pourrait expliquer en partie la perte ou le remplacement des variétés locales.

### **Comment conserver durablement les pratiques et les variétés dans le programme de conservation *in situ*?**

L'observation de la production d'igname a permis de déceler des pratiques endogènes qui permettent de gérer la diversité des ignames. Il existe des pratiques de maintien de la diversité et des pratiques d'enrichissement ou de création. La combinaison de ces pratiques fait qu'on peut parler d'une gestion dynamique de la diversité des ignames. Plusieurs insuffisances sont à reprocher à ces pratiques. Dans la démarche de proposition d'un programme de conservation *in situ*, deux scénarios peuvent être envisagés:

- Le premier scénario: Zéro partenariat. Dans ce scénario, on laisse les producteurs faire.
- Le deuxième scénario: Partenariat. Dans ce scénario, il faut intervenir.



Plusieurs institutions et organisations doivent être impliquées dans la conservation *in situ* à différents niveaux. Cette diversité institutionnelle est nécessaire dans la mesure où chaque organisation a son expérience et c'est seulement à travers la combinaison de ces capacités qu'il sera possible de cerner la complexité des attentes de la conservation *in situ*. Nous optons alors pour le deuxième scénario. Pour intervenir, il faut connaître ces faiblesses et pouvoir les minimiser.

### **Vers une intervention sur les pratiques de gestion de la diversité**

Comment rendre les pratiques plus efficaces? Comment se distribuent, s'échangent et s'apprennent les pratiques au sein des communautés?

Dans l'approche partenariale que nous proposons pour les programmes de conservation *in situ* de l'agrobiodiversité, les insuffisances notées sur les savoirs locaux doivent être minimisées à travers des actions complémentaires provenant du dehors de la communauté. Dans le cas de l'igname, les interventions extérieures pourraient encourager la domestication, former les producteurs sur des structures de conservation plus fiables, établir pour les variétés très sensibles, les dates probables de la double récolte. Elles peuvent aussi favoriser la circulation sans frontière d'âge, de terroir, de région et de sexe, des savoirs locaux relatifs à la gestion de la diversité. En effet, dans le dispositif actuel, les savoirs liés au maintien et à la création variétale (domestication par exemple) ne sont que l'apanage de quelques-uns. Les échanges entre individus se limitent au matériel végétal. Les connaissances sur les pratiques de gestion étant très peu échangées. En considérant le résultat principal visé par la conservation *in situ* qui est la conservation des processus dynamiques, l'intervention paraît vitale et nécessaire.

En ce qui concerne la diffusion des variétés introduites, pour remédier à la lente propagation, des producteurs multiplicateurs peuvent être choisis et formés dans chaque zone sur les techniques de multiplication rapides. Pour une réussite du partenariat, le statut des intervenants extérieurs et le profil des producteurs concernés (multiplicateur des ignames, semenciers, etc.) sont des déterminants importants. Cette question est abordée dans les paragraphes suivants.

### **Des paramètres à considérer pour le choix des conservateurs**

Une des conditions de la réussite des programmes de conservation *in situ* est le choix des « paysans conservateurs ». Tous les producteurs d'igname peuvent-ils être des conservateurs de l'agrobiodiversité ? L'étude des déterminants socio-économiques permet de comprendre que pour être efficace, le choix des conservateurs doit être très sélectif. Ce choix de conservateurs n'exclut pas l'implication des autres producteurs. Elle permet de rendre plus efficace le système. Pour choisir ces conservateurs, il faut se baser sur le mode d'accès à la terre, la superficie des champs cultivés, le nombre de champs, l'âge des paysans, le genre, la structure de l'exploitation, l'appartenance linguistique.

Les analyses statistiques ont prouvé que les personnes âgées, les adultes et les jeunes cultivent le même nombre de variétés. L'hypothèse selon laquelle les variétés s'accumulent avec l'âge a été rejetée. Toutefois les observations sur le terrain font apparaître que l'âge est un facteur non négligeable dans la gestion de la diversité. En effet, les personnes âgées détiennent des variétés qu'on ne retrouve pas chez les jeunes et vice versa. Sur cette base, les conservateurs doivent appartenir à toutes les tranches d'âge. Il faut veiller à avoir des représentants de chaque classe d'âge dans les programmes de conservation *in situ*.

La culture d'igname n'est pas l'apanage des femmes. Pourtant elles interviennent de façon indirecte dans la gestion des variétés. Les variétés que les femmes préfèrent ne sont pas souvent celles voulues par le chef d'exploitation. En général, les hommes mettent l'accent sur les critères de production alors que les femmes fondent leurs choix sur les critères post récolte. Les conservateurs à choisir doivent favoriser et tenir compte de l'effet genre dans la gestion de leurs variétés.

Un autre paramètre très important à prendre en compte est l'appartenance linguistique des producteurs. Malgré les conditions environnementales similaires, les ethnies étudiées cultivent différentes variétés et utilisent des techniques culturelles en rapport avec leur tradition. Il y a des ethnies qui préfèrent les gros tubercules, certaines optent pour les variétés de taille moyenne,

d'autres par contre cultivent des variétés à petits tubercules. Chaque groupe linguistique détient et perpétue des savoirs liés aux variétés qu'il cultive. Pour conserver tous ces types d'igname, il faut veiller à avoir les représentants de chacun des groupes linguistiques.

### **Conclusion et recommandations**

Pour l'ensemble de la zone étudiée, on dénombre environ 112 variétés. Parmi elles on compte 32 variétés précoces, 70 variétés tardives et 10 variétés à cycle intermédiaire. Les ignames tardives sont les plus produites car elles se conservent bien et donnent beaucoup de semenceaux. Dans la grande diversité signalée, toutes les variétés ne sont pas produites à la même échelle. Il existe des variétés produites à grande échelle et des variétés dont la production est marginale. Les variétés sont communes aux quatre villages étudiés représentent 9% de l'ensemble alors que 62% des variétés ne se retrouvent que dans un seul village. Dans chacun des villages les tendances de production des variétés sont les mêmes. Plusieurs variétés sont produites sur de petites superficies par quelques rares personnes. Les variétés les plus produites sont celles qui sont aptes à l'igname pilée, qui se conservent bien, qui donnent beaucoup de semenceaux et qui se vendent à des prix compétitifs.

Près d'une dizaine de variétés semblent avoir disparu. Les raisons de leur disparition sont imputables à leur faible rendement, à la sensibilité aux parasites et à l'inaptitude à faire une bonne igname pilée.

Des paramètres socio-économiques ont été identifiés comme facteurs importants dans la gestion de l'agrobiodiversité. Il s'agit de l'âge, du genre, du nombre d'actifs, de la superficie et du nombre de champs. L'implication des femmes dans la gestion des variétés est indirecte. Elle contribue parfois à augmenter le nombre de cultivars de l'exploitation à partir des introductions de leur famille d'origine.

Pour gérer la diversité, plusieurs pratiques endogènes de maintien et d'enrichissement de la diversité des ignames existent au niveau paysan dans toute la zone étudiée. Ces pratiques ont joué un grand rôle dans le maintien de cette importante plante à tubercule. Elles sont utiles pour la mise en œuvre d'une stratégie de conservation *in situ* des ignames au Bénin.

En somme, l'exemple de l'igname étudiée dans le nord Bénin prouve que la conservation *in situ* est possible. Les producteurs gèrent une grande diversité et détiennent des savoirs locaux qui ont permis de la perpétuer. Toutefois les nouvelles contraintes de l'agriculture contemporaine (aléas climatiques, poussée démographique, intégration du commerce, politiques agricoles) montrent que ces savoirs à eux seuls ne suffisent plus pour conduire un programme durable de conservation *in situ*. C'est pour cela que ce travail débouche sur la proposition d'une approche interventionniste qui vise à associer d'autres acteurs.

### **Références**

- Adoukonou-Sagbadja AH. 2001. Gestion paysanne de la diversité génétique des ignames du complexe *Dioscorea/Dioscorea rotundata* au Centre du Bénin. Mémoire de DEA, Option Biologie Végétale Appliquée. Université de Lomé, Togo, 56 pp.
- Baco MN. 2000. La domestication des ignames sauvages dans la sous-préfecture de Sinendé: savoirs locaux et pratiques endogènes d'amélioration génétique des *Dioscorea abyssinica* Hochst. Thèse d'ingénieur agronome. FSA, UNB. 172 pp.
- Baco MN, Djènontin AJ. 2003. Typologie des exploitations agricoles: vers un ciblage des actions de recherche-développement. 2003. In: Acte Atelier Scientifique Nord. Parakou 25-26 février 2003. Sous presse.
- Brush SB. 1992. Ethnoecology, biodiversity and modernization. In Andean potato agriculture, J. Ethnobiol. N° 12. pp. 161-185.
- Brush SB. 1995. *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. In: crop science. N°35. pp. 346-354.
- Emperaire L, Pinton F, Second G. 1998. Gestion dynamique de la diversité variétale du manioc en Amazonie du nord-ouest. Nature, Sciences et Sociétés 6(2): 27-42.
- Hamilton MB. 1994. *Ex situ* conservation of wild plant species: time to reassess the genetic assumption and implications of seed banks. Conservation biol. N° 8. pp. 39-49.

- Hamon P, Dumont R, Zoundjihékpon J, Tio-Touré B, Hamon S. 1995. Les ignames sauvages d'Afrique de l'Ouest. Caractères morphologiques. Eds. ORSTOM, Paris, 84 pp.
- IITA. 1998. Sustainable food production in sub-Saharan Africa. IITA, Ibadan. 208 pp.
- IPGRI. 1991. Geneflow: Women and Plant Genetic Resources. IPGRI, Rome.
- Jarvis D, Sthapit B, Sears L. (eds). 2000a. Conserving agricultural biodiversity *in situ*: A scientific basis for sustainable agriculture. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Jarvis DI, Myer L, Klemick H, Guarino L, Smale M, Brown AHD, Sadiki M, Sthapit B, Hodgkin T. 2000b. A training guide for *in situ* conservation on farm. IPGRI, 161 pp.
- Miller K, Allergretti MH, Johnson N, Johnson B. 1995. Measures for conservation of biodiversity and sustainable use of its components in: Heywood V. H. (ed.), Global Biodiversity Assessment, United Nations Environment Programme, Cambridge University Press, Cambridge.
- Okry KF. 2000. L'igname dans le système de production agricole de Bantè et la domestication de quelques-unes de ses formes sauvages: savoirs locaux et pratiques endogènes de culture et d'amélioration génétique. Thèse d'ingénieur agronome. FSA/UNB. 119 pp.
- Tostain S, Baco NM, Okry FK, Mongbo RL, Agbangla C, Daïnou O. 2002. Système traditionnel de production des ignames au Bénin. Annales des Sciences agronomiques du Bénin (3), n° 2 Spécial Colloque; pp. 55-72.
- Vernier P, Dansi A. 2000. Participatory assessment and farmers' knowledge on yam varieties in Benin. In Makoto Nakatani and Katsumi Komaki: Potential of root crops for food and industrial resources. 12th Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRIC); pp. 360-365.
- Zoudjihékpon J, Dansi A, Mignouna JHD, Kouakou AM, Zongo JD, N'kpenou KE, Sunu D, Camara F, Kourouma S, Sanou J, Sanou H, Belem J, Dossou R, Vernier P, Dumont R, Hamon P, Tio-Touré B. 1998. Gestion des ressources génétiques des ignames africaines et conservation *in situ*. In: Aménagement et Nature. N° 135. pp. 85- 94.

## Conservation of landraces by local communities: Methodological lessons from the PLEC experience in Ghana

*Edwin A. Gyasi*

*Department of Geography and Resource Development, University of Ghana, Legon*

### **Abstract**

Traditional crop varieties are of great significance for agro-ecosystems stability, livelihoods and survival of local communities. This diversity is threatened more and more and methodologies are needed for documenting the landraces and how they are managed, and for encouraging their conservation for posterity. PLEC seeks models or optimal ways of conserving biophysical resources, above all, biodiversity through participatory methodologies among farmer communities. A key element of the participatory approach is scientists working in synergy with farmers at demonstration sites and the focal areas of field work. The main achievements by PLEC include the development of seven demonstration sites with representation in the three major agro-ecological zones, a fairly stable population of participating farmers, the organization of the farmers into functional associations for conservation purposes, and the sensitization of farmers and their school-going children to agro-biodiversity as an effective strategy of conserving biodiversity while obtaining economic value from it, in addition to its ecological services. The experience showed that farmer organizations need to be emphasized to attain sustainable optimal ways of managing biophysical resources to improve livelihoods. Other factors of success in the resource management agenda that need to be emphasized include the commitment of scientists, stimulated by the opportunity to further their careers through well-funded research that is responding to social needs and the willingness of farmers to share their knowledge of resource management.

### **Introduction**

Agriculture, especially in the tropics, is characterized by a wide diversity of landraces, farmer varieties or traditional varieties of crops and livestock conserved on-farm by rural farming communities for food security. The diversity and time-tested management systems and their underlying local, traditional or indigenous knowledge have come under threat. Forces threatening this agrodiversity include habitat destruction by production pressures that are closely linked to population growth and poverty and “development policies which stress monoculture of only a few species, with standard methods of management” (Scientific Advisory Group 1994:1). Other forces of threat include:

- Changing dietary habits, notably increased emphasis on consumption of rice and wheat-based bread compared to traditional foods;
- A lack of emphasis on agrodiversity in school curricula;
- Inadequate policy recognition of farmers’ knowledge;
- A transition towards modern, biotechnology-based agriculture (Brookfield 2001; Brookfield et al. 2002, 2003; Brush 2000).

### **Reasons for stemming the threat to landraces**

A compelling reason for stemming the threat to the diversity of landraces is its contribution to agroecosystems stability by the sheer floral diversity.

A second reason is the significance of the diversity for the livelihoods and survival of local communities in farm employment and food security. Inter- and intra- specific crop diversity is a survival strategy that farmers use to ensure food security in marginal agricultural areas. It is necessary as insurance to minimize risks against variable and capricious environmental and economic conditions. It makes for a wider use of the variable biophysical conditions often found within the farm, and other variable resources at the farmer’s disposal. Moreover, it permits

the satisfaction of various cultural, dietary or culinary requirements. Traditional crop diversity is also needed to sustain agriculture and secure food locally and globally (Brush 2000; Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2000; Food and Agriculture Organization of the United Nations 2002; Unpublished documents of Bioversity International). For these reasons, a methodology is needed for documenting the landraces and how they are managed, and for encouraging their conservation for posterity.

From experiences of the mainly Global Environment Facility (GEF)-funded United Nations University (UNU) project on—*People, Land Management and Ecosystem Conservation* (Formerly titled, '*People, Land Management and Environmental Change*'- PLEC) in Ghana, it appears that a participatory approach that brings traditional farmers and scientists into a research partnership is a promising methodology.

This paper discusses the PLEC experience in Ghana to highlight the protection and conservation of landraces and lessons that may be drawn from them.

### **The PLEC purpose and approaches**

Under the UNU, PLEC seeks models or optimal ways of conserving biophysical resources, above all, biodiversity through participatory methodologies among farmer communities. The purpose is to secure global food supplies and enhance rural livelihoods (Brookfield et al. 2003).

A key element of the participatory approach is scientists working in synergy with farmers at demonstration sites and the focal areas of field work, through:

- Group discussions and other forms of meeting;
- Farm visits, joint field work and other such collaborative activities;
- Tapping indigenous or traditional resource management knowledge;
- Expert farmers;
- Associations of farmers (Pinedo-Vasquez et al. 2002; Gyasi et al. 2004; Gyasi, personal communication).

### **Achievements by the PLEC methodologies**

The participatory methodologies have resulted in, among other things:

- The development of seven demonstration sites with representation in the three major agroecological zones (Figure 1);
- A fairly stable population of participating farmers;
- Organization of the farmers into functional associations for conservation purposes;
- Sensitization of farmers and their school-going children to agrodiversity as an effective strategy of conserving biodiversity while obtaining economic value from it, in addition to its ecological services.

Other significant achievements attributed to the participatory methodologies include:

- Biodiversity and agrodiversity assessment with local ethno-botanists and other expert farmers;
- Identification of traditional farming practices that favour biodiversity, notably *oprowka* or *proka*, a mulching technique that involves the chopping of cleared vegetation into bits and pieces, *in situ*, and leaving it to rot to add to soil nutrient, instead of burning it off;
- Expert-farmer-led demonstration of conservation methods (Figure 2);
- Propagation of activities that generate additional value from conservation, for example, honey beekeeping within forests conserved in the backyard (Figure 3; Gyasi and Nartey 2003);
- Successful application and further development of a methodology for determining best practices in on-farm conservation of farmers' yam varieties, *Dioscorea* and local rice, *Glaberrima*, on an on-going Bioversity project.

Over six years after their start, these activities are still being sustained (Gyasi et al. 2004).



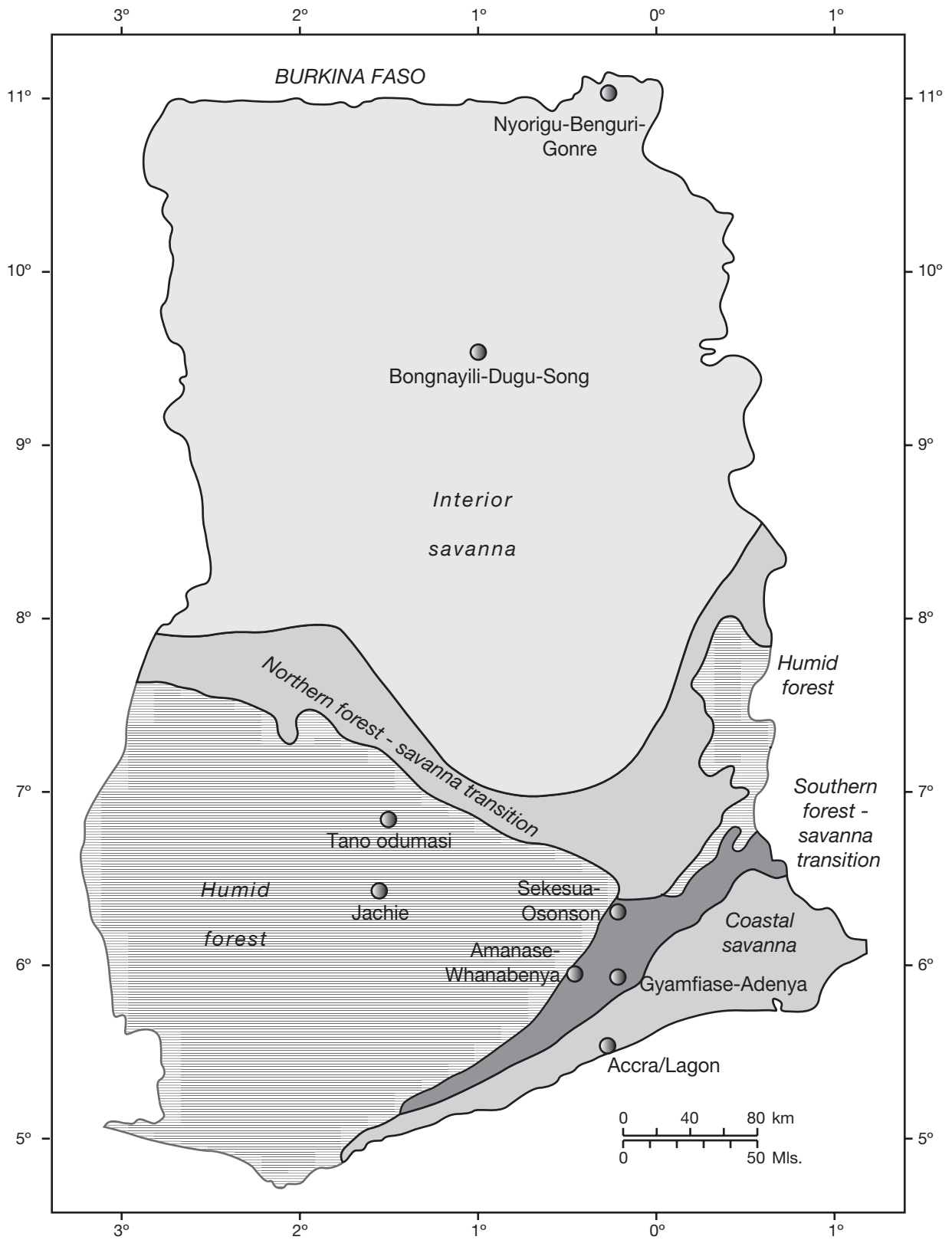


Figure 1: Major agro-ecological zones and PLEC demonstration sites in Ghana



Figure 2: A PLEC farmer giving a demonstration to school children on his farm



Figure 3: Honey bee-keeping in a conserved forest

### **Lessons**

A key factor in these achievements is the farmers' associations that serve as a medium for:

- Farmer-scientist interactions and collaborative work;
- Farmer-to-farmer interactions including the exchange of knowledge and germplasm;
- Reaching out to farmers and sensitizing them about conservation, especially as they relate to development;
- Mobilizing the latent knowledge, energy and other resources of farmers for conservation and development;
- Tapping or accessing external support, a major constraint on conservation and development at the grassroots;

- Carrying out demonstrations;
- Empowering farmers politically, socially and economically (Gyasi 2003, Gyasi, personal communication).

Farmer organizations need to be emphasized to attain sustainable optimal ways of managing biophysical resources to improve livelihoods. Other factors of success in the resource management agenda that need to be emphasised include:

- The commitment of scientists, stimulated by the opportunity to further their careers through well-funded research that is responding to social needs through imparting relevant realistic knowledge;
- Willingness of farmers to share their knowledge of resource management, motivated by their perception of such sharing as a way of enhancing their social recognition.

Thus a partnership of farmers and scientists stands to generate positive and mutually synergistic benefits and should, therefore, be encouraged. By bringing together scientists from various disciplines into a functional research team, PLEC-Ghana demonstrates the efficacy of an interdisciplinary methodology in research and development. Therefore, an important lesson is to emphasize interdisciplinary research.

By sustainably teaming up scientists from various universities (the University of Ghana - Legon, Kwame Nkrumah University of Science and Technology – Kumasi and University for Development Studies – Tamale), the PLEC project demonstrates the feasibility of generating positive research synergies through institutional collaboration. Thus, institutional collaboration may be an imperative in research on resource management.

The performance of the PLEC farmer associations shows that they are means of mainstreaming indigenous resource management knowledge. Therefore, farmer associations deserve to be encouraged. A post-project review of PLEC expresses that:

*“A continuation of PLEC into the next phase offers the promise of radically reforming agriculture and landscapes in ‘marginal areas’ to nurture ecologically and socially sustainable agricultural systems that create a landscape that in turn supports the conservation of biodiversity”* (Unpublished PLEC evaluation report).

## **Conclusion**

The initial PLEC successes demonstrate the promise of a participatory, farmer- centred, community-based approach to management of resources including landraces.

PLEC, therefore, seeks to apply and develop this methodology further through SLaM (Sustainable Land Management for Mitigating Land Degradation, Enhancing Agricultural Biodiversity and Reducing Poverty in Ghana), an offshoot project, whose overall goal is to “Contribute to sustainable ecosystem-based integrated land management in globally, nationally and locally significant land resources in agricultural areas under threat of land degradation, for greater ecosystem stability, enhanced food security and improved rural livelihoods” (Unpublished SLaM project document).

## **References**

- Brookfield H. 2001. Exploring Agrodiversity, Columbia University Press, New York.
- Brookfield H, Padoch C, Parsons H, Stocking M. (eds.). 2002. Cultivating Biodiversity: Understanding, Analyzing and Using Agricultural Diversity, ITDG Publishing, London.
- Brookfield H, Parsons H, Brookfield M. (eds.). 2003. Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World, United Nations University, Tokyo.
- Brush SB, (ed.). 2000. Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity, Lewis Publishers, Boca Raton.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2002. The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome.

- Gyasi EA, Nartey E. 2003. Adding value to forest conservation by bee-keeping at Sekesua-Osonson demonstration site in Ghana. *PLEC News and Views, New Series*, 1, pp. 12-14.
- Gyasi EA, Oduro W, Kranjac-Berisavljevic G, Saa Dittoh J, Asante W. 2003. Ghana.; In: *Agrodiversity: Learning from Farmers Across the World* (Brookfield, H, H. Parsons and M. Brookfield, eds.). United Nations University, Tokyo.
- Gyasi EA, Blay ET, Enu-Kwesi L, Kranjac-Berisavljevic G, Tanzubil PB, Oduro W, Quansah C, Agbenyega O, Buabeng S, Sarfo Mensah P. 2004. Sustaining resource conservation and development initiatives through farmers' associations: PLEC experiences in Ghana, *PLEC News and Views, New Series*, 5: 9-14.
- Gyasi EA. Demonstration sites and expert farmers in conservation of biodiversity; In: *Managing Agrodiversity the Traditional Way: Lessons from West Africa in Sustainable Use of Biodiversity and Related Natural Resources*, (Gyasi EA, Kranjac-Berisavljevic G, Blay ET, Oduro W, eds.) United Nations University Press, Tokyo, forthcoming.
- Pinedo-Vasquez M, Gyasi EA, Coffey K. 2002. PLEC demonstration activities: a review of procedures and experiences; In: Brookfield H, Padoch C, Parsons H and Stocking M. (Eds. 2002) *Cultivating Biodiversity: Understanding, Analyzing and Using Agricultural Diversity*, ITDG Publishing, London, pp. 105-125.
- Scientific Advisory Group. 1994. "Population, Land Management and Environmental Change (PLEC)" *PLEC News and Views* 2, p.1.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2000. *Convention on Biological Diversity*, Montreal.

*In situ* conservation and traditional knowledge—forest and agroforestry species

## Etude de la diversité génétique de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.: Implications pour la conservation des ressources génétiques

S. Sibidou<sup>1</sup>, H.I. Joly<sup>2</sup>, L.J.G. van der Maesen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre National des Semences Forestières, Burkina Faso

<sup>2</sup> Unité Gestion des ressources génétiques et dynamiques sociales au CIRAD-Forêt, Montpellier, France

<sup>3</sup> Groupe de Biosystématique et Herbarium National, Université de Wageningen, Pays Bas

### Résumé

*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth est une espèce soudano-sahélienne à usages multiples dont les produits, répandus en Afrique de l'Ouest, procurent d'importants revenus estimés en moyenne à cinq milliards FCFA par an pour le seul Burkina Faso. Fortement menacée à l'instar des autres espèces des zones arides et semi arides, une étude de diversité génétique de *Parkia biglobosa* est entreprise en vue de contribuer à une meilleure gestion des ressources génétiques de l'espèce. A cet effet, l'électrophorèse enzymatique sur gels d'acrylamide et d'amidon a été développée pour l'analyse de 64 populations de ladite espèce, dont les graines ont été récoltées dans la quasi-totalité de son aire de répartition. Le déterminisme génétique de cinq systèmes enzymatiques exhibant huit loci a été étudié. L'analyse a révélé chez *Parkia biglobosa* une certaine richesse allélique (nombre moyen d'allèles par locus = 5), un polymorphisme important (entre 62 et 100 %) et une forte diversité génétique ( $H = 0,34$ ) comparable à celle de *Faidherbia albida*. L'indice de fixation calculé pour la population totale ( $FIT = 0,24$ ) est apparu plus élevé que l'indice de fixation des populations prises isolément ( $FIS = 0,13$ ) probablement dû à l'effet Wahlund. L'étude a par ailleurs mis en évidence une différenciation entre les populations relativement importante traduisant un faible échange de gènes entre les populations et suggérant ainsi l'échantillonnage d'un grand nombre de populations réparties sur l'aire de distribution, dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie de conservation des ressources génétiques de *Parkia biglobosa*.

### Introduction

Suite aux effets conjugués du climat et des pratiques humaines, les pays des zones arides et semi-arides au Sud du Sahara menacés par la désertification consentent d'énormes efforts pour la reconstitution du couvert végétal d'une part et pour la protection des formations végétales encore existantes d'autre part. Si d'ambitieux programmes de reboisement y sont ainsi développés depuis de nombreuses années, il n'en est pas de même pour les aspects relatifs à la conservation et à la gestion durable des ressources génétiques des espèces forestières. Les espèces forestières tropicales comptent en effet parmi les espèces végétales dont la biologie et l'organisation génétique sont les moins connues, informations pourtant capitale pour une gestion efficiente des ressources génétiques.

*Parkia biglobosa*, espèce soudano-sahélienne à usages multiples, répandue en Afrique depuis le Sénégal et la Guinée en Afrique de l'Ouest jusqu'en Ouganda à l'Est, est une des espèces les mieux étudiées sur les plans écologique et socio-économique. Les études consacrées à son amélioration et à sa conservation sont assez récentes et portent essentiellement sur les essais de provenances établis dans quelques pays et les travaux réalisés sur sa biosystématique et son amélioration par Ouédraogo (1995). Il est cependant unanimement admis que des réserves de forêts et de parcs tropicaux devraient être mis en place et gérés de manière à préserver le maximum de variation intra-population et inter-population (Soulé 1980). Mais en l'absence de toutes données sur la variation intra-population et inter-population, aucune décision sérieuse ne peut être envisagée dans le sens de la préservation de cette variation (Ashton 1981).



C'est dans cette optique que se situe la présente étude sur la variabilité génétique de *Parkia biglobosa*, au moyen de l'électrophorèse. Il s'agit par cette approche d'évaluer le niveau et la distribution spatiale de la diversité génétique des provenances récoltées dans l'aire naturelle, dans l'optique de connaître le mode de reproduction et la distance génétique entre populations. Ceci peut ainsi aider à orienter à moyen terme un programme d'amélioration de l'espèce par la détermination des régions de provenance. En outre, c'est une technique qui permet de mettre en évidence les provenances qui possèdent des caractéristiques particulières et d'établir ainsi une stratégie de conservation des ressources génétiques.

Cette étude est complémentaire de celle réalisée par Ouédraogo (1995) et devra permettre de disposer d'informations nécessaires à l'élaboration d'une stratégie efficace de conservation et de gestion rationnelle des ressources génétiques de *Parkia biglobosa*. Le présent document expose quelques résultats de l'étude qui a été conduite au CNSF du Burkina Faso et à l'Université Agronomique de Wageningen dans le cadre d'un financement de l'Union Européenne. Il expose les aspects méthodologiques de l'électrophorèse, outil de plus en plus utilisé par les forestiers pour explorer le patrimoine génétique des arbres en se libérant de l'effet de l'environnement et présente quelques résultats sur les paramètres de diversité intra et inter-population.

## Matériels et méthode

### Matériel végétal

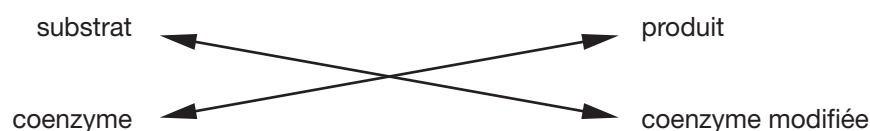
Des graines issues de fécondation libre ont été récoltées dans 64 populations naturelles réparties à travers 11 pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre couvrant la quasi-totalité de l'aire de distribution de *Parkia biglobosa*. Trois à sept populations ont été échantillonnées dans chacun des pays. Des récoltes de descendance séparées ont été faites sur 20 à 30 arbres par population soit un total de 1658 arbres. Une distance de 100 à 150 m a été respectée entre les semenciers afin d'éviter de récolter sur des arbres apparentés. Les graines récoltées sont ensuite prétraitées à l'acide sulfurique concentré sous agitation pendant 20 mn, puis rincées abondamment à l'eau avant d'être semées sur une couche de coton hydrophile imbibé d'eau dans une boîte transparente hermétiquement fermée. Elles sont ensuite mises à germer dans une enceinte tropicalisée sous photopériode de 16 heures à une température de 30° C. Au bout de 7 jours environ, les cotylédons sont verts, étalés et turgescents et les premières feuilles commencent à se développer, correspondant au meilleur stade physiologique pour l'extraction de l'activité enzymatique. Une graine par arbre mère est analysée.

### Principe de l'électrophorèse enzymatique

L'électrophorèse consiste à séparer des protéines (dans des conditions non dénaturantes) dans un champ électrique à un pH contrôlé. Dans ce champ, les protéines se meuvent comme tout corps chargé électriquement; la vitesse de migration dépend de la charge nette de la protéine et de sa facilité à se mouvoir dans l'environnement fixé (mailles formées par le gel).

Les protéines de charge nette négative migrent vers l'anode et celles de charge nette positive vers la cathode.

De même, les protéines les plus chargées iront plus loin en une même durée que les protéines les moins chargées, à masse et forme identiques. On mesure alors la mobilité électrophorétique, caractéristique de la protéine, par le déplacement de la molécule pendant un laps de temps donné dans un champ uniforme. Les protéines sont ainsi séparées selon leur charge électrique, leur taille et leur masse moléculaire. Pour visualiser les enzymes à leur emplacement sur les supports (gel d'amidon, de polyacrilamide, ou papier filtre), il faut les colorer spécifiquement. Quand les enzymes sont mis en présence de leur substrat et des divers corps chimiques



nécessaires à leur activité (coenzyme, ions, etc.), ils transforment le substrat à l'emplacement même où ils se trouvent selon la réaction générale (Pasteur et al. 1987):

Si le produit ou le coenzyme modifié ne sont pas colorés, leur formation peut être couplée à une seconde réaction chimique chromogène.

### **Extraction des enzymes**

Les cotylédons âgés de 7 jours sont prélevés, puis immédiatement broyés à une température de +4°C en présence de sable fin contenant 400 à 600 µl de tampon d'extraction selon la taille des cotylédons et le support de migration. Les broyats sont centrifugés à 1300 tr/mn dans des tubes Eppendorf pendant 25 mn à + 4°C. Le surnageant contenant les protéines solubles est utilisé le même jour, une perte d'activité de certains enzymes est observée dans les deux ou trois jours qui suivent.

### **Migration des extraits**

L'acrylamide et l'amidon sont utilisés comme support de migration. Pour l'acrylamide on utilise un système de tampon continu le TBE pH 8,3 dans une cuve BIORAD à migration verticale, permettant de réaliser quatre gels par cuve. Un gel dit de séparation de forte concentration en acrylamide (10%) est d'abord coulé, puis surmonté d'un gel de concentration à 3% devant contenir les puits où sont effectués les dépôts. Une couche de superficiel de butanol saturé en eau est déposée en surface pour favoriser la polymérisation des gels à l'abri de l'air. Quant à l'amidon, un système de tampon discontinu (gel et cuve) à base d'histidine pH 6,5 à migration horizontale est utilisé. Le dépôt des extraits est réalisé à 4°C. 10 µl de chaque extrait sont déposés dans des puits différents des gels d'acrylamide et du papier whatman n°2 (2 mm x 14 mm) imbibé d'extraits est introduit dans chaque puits des gels d'amidon. Deux extraits témoins et constants sont déposés dans 2 des 20 puits d'un même gel d'acrylamide et des 24 puits de gel d'amidon. Une goutte de 2 µl de bleu de bromophénol peut être ajoutée dans un puits pour visualiser le front de migration. La durée optimale de migration permettant une bonne résolution des bandes varie pour l'acrylamide de 4 à 5 h selon les systèmes enzymatiques, et est de 6 h pour l'amidon. La migration se déroule sous les conditions suivantes (maximales):

- Acrylamide:
  - puissance: 18 W
  - tension: 300 V
  - intensité: 60 mA/cuve
  
- Amidon:
  - puissance: 16 W
  - tension: 320 V
  - intensité: 50 mA/cuve

### **Paramètres de génétique des populations**

Divers paramètres permettant de quantifier la variabilité génétique intra et inter-population ont été calculés à l'aide du programme POPGENE version 1.31 (Yeh et Boyle 1999)

#### ***Diversité intra-population***

Cinq paramètres sont utilisés pour décrire la diversité intra-population:

- Nombre moyen d'allèles par locus où  $a$  représente le nombre d'allèles à un locus et  $l$  le nombre de locus étudiés. Ce paramètre traduit la richesse allélique d'une population.
- Taux de polymorphisme  $P$ . C'est le pourcentage des locus polymorphes dans l'échantillon étudié. La probabilité d'observer au moins deux allèles à un même locus dépend des fréquences respectives des allèles et aussi de la taille de l'échantillon. Dans la présente étude, un locus est considéré polymorphe dans le cas où l'allèle le plus fréquent a une fréquence inférieure à 0,95.

- Taux d'hétérozygotie observé  $H_{ok}$ . C'est la proportion d'individus hétérozygotes au locus k.  $P_{ij}$  est l'estimation de la fréquence du génotype ij au locus k et  $a_k$  le nombre d'allèles au locus k. Si on considère l locus le taux d'hétérozygotie observé  $H_o$  est la moyenne de  $H_{ok}$ .
- Taux d'hétérozygotie attendue  $H_{ek}$ . Dans une population en équilibre panmictique (association au hasard des allèles), chaque génotype a pour fréquence le produit des fréquences des allèles ( $p_i$ ) qui le constituent. Si on considère les hétérozygotes, on peut calculer le taux d'hétérozygotie attendue.
- Ecart à la panmixie F. L'écart entre la proportion d'individus trouvés à l'état hétérozygote ( $H_o$ ) et le taux d'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) est mesuré par le paramètre F appelé indice de fixation  $F = 1 - H_o/H_e$ . Il varie de -1 à 1 et permet de connaître le déficit en hétérozygotes par population, par locus et pour l'ensemble des loci. F est positif quand la population présente un déficit en hétérozygotes par rapport à l'équilibre panmictique et négatif dans le cas contraire. La signification des écarts est estimée par un test dens.
- Nombre d'allèles efficaces  $A_e$ . C'est le nombre d'allèles que la population devrait présenter en fréquence égale pour avoir le même indice de diversité.  $A_e = 1/(1-H_e)$ .

Ces paramètres sont estimés pour chaque locus et la moyenne est prise sur tous les loci.

### *Diversité inter-population*

- Distances génétiques.  
Le degré de ressemblance ou de dissemblance génétique des populations est estimé par des distances génétiques. Les populations étudiées sont représentées graphiquement sur un dendrogramme de telle sorte que les plus proches génétiquement se regroupent. Nous avons retenu dans cette étude la distance de Nei (1978) parce qu'elle est fréquemment utilisée en génétique des populations et la distance absolue (ou distance de Prevosti) car c'est la seule distance génétique à posséder les propriétés mathématiques d'une distance.
- Statistiques F  
Pour mesurer l'organisation de la diversité génétique dans une population divisée en sous-populations, Wright (1965) a défini trois paramètres FIT, FIS et FST appelés statistiques F et désignant respectivement les indices de fixation d'un individu de la population, d'un individu d'une sous-population et d'une sous-population. FIS et FIT mesurent la corrélation entre les gamètes d'un même individu tiré au hasard respectivement dans une sous-population et dans la population totale; FST représente la corrélation entre deux gamètes tirés au hasard dans deux sous-populations différentes et renseigne sur le niveau de différenciation des sous-populations. Ces trois paramètres sont reliés par la formule suivante:  $1 - FIT = (1 - FIS) (1 - FST)$
- Flux de gène  
La différenciation génétique entre sous populations est favorisée par la dérive et limitée par les flux géniques entre sous populations. Le taux de migration m est relié à la différenciation génétique par la relation:  $Nm = (1-FST)/4FST$  où N représente le nombre effectif d'individus d'une sous-population.

## **Résultats**

### **Déterminisme génétique**

Treize systèmes enzymatiques ont été testés sur gels d'acrylamide et/ou d'amidon. Cinq d'entre eux présentant des zymogrammes lisibles et interprétables ont été retenus:

- Alamine aminopeptidique AAP (EC 3.6.11.1). Révélé sur gel d'acrylamide, l'AAP est un monomère dont le zymogramme montre 3 zones différentes correspondant à 3 loci. Seul l'AAP-2 et l'AAP-3 avec chacun 3 allèles ont été considérés.

- Acide de phosphatase ACP (EC 3.1.3.2). c'est un acide monomérique qui exhibe 5 loci dont 2 ont été retenus pour l'analyse. ACP-3 et ACP-4 avec 3 niveaux d'allèles chacun.
- Shikimate déshydrogénase SKD (EC 1. 1.1.25). Seul 1 locus est noté pour ce système monomérique révélé sur l'amidon. Cinq niveaux d'allèles ont été enregistrés pour SKD.
- 6-Phosphogluconate déshydrogénase 6PGD ( EC 1.1.1.44). Système dimérique révélé sur gel d'amidon, le zymogramme présente 2 zones de migrations et locus le moins rapide, 6PGD-2 avec 3 allèles a été considéré pour l'analyse.
- Peroxidase PRX (EC 1.11.1.7). C'est un système monomérique présentant une bonne résolution sur l'amidon. Le zymogramme exhibe 2 loci interprétables présentant chacun 2 allèles. Au total, 8 huit loci ont été ainsi pris en compte pour l'analyse enzymatique.

## Analyse de la variabilité génétique

### Variabilité intra-population

Les fréquences alléliques ont été calculées pour chaque population. La distribution des allèles, dont le nombre varie de deux pour le PRX-1 et le PRX-2 à six pour le SKD, est assez identique dans la plupart des populations, les allèles les plus fréquents étant presque identiques dans la plupart des populations. C'est le cas de l'allèle 2 qui est souvent, sinon toujours le plus fréquent dans les différents loci de toutes les populations étudiées. On note l'absence de l'allèle 1 du locus AAP-2 dans toutes les populations du Burkina Faso. Certains allèles de faible fréquence comme l'allèle 5 du locus AAP-3 se rencontrent seulement dans deux populations: Magnan (Togo) et Toucountouna (Bénin). L'allèle 6 du SKD apparaît spécifique à la population de Baria au Sénégal.

D'une manière générale la fréquence de l'allèle 4 de AAP-2, l'allèle 4 de AAP-3, les allèles 4 et 5 des loci SKD et ACP-4 et l'allèle 4 de ACP-3 est très faible dans toutes les populations. Le nombre moyen d'allèles par locus varie de 1,8 pour la population de Nong (Cameroun) à 3,3 pour la population de Magnan au Togo ce qui est relativement important (Tableau 1). Le pourcentage de polymorphisme est relativement important et se situe entre 62% pour la population de Gashiga et 100% pour quelques populations.

Les taux d'hétérozygotie observée  $H_o$  varient de 0,17 à 0,45 selon les populations et les taux d'hétérozygotie attendues  $H_e$  (diversité génétique) de 0,20 à 0,39. Les populations du Togo ( $H_e$ : 0,34 à 0,37), Ghana ( $H_e$ : 0,30 à 0,38) et Bénin ( $H_e$ : 0,26 à 0,39) exhibent les plus forts taux d'hétérozygotie. La majorité des populations étudiées présentent un déficit en hétérozygotes. Quelques populations sont soit en équilibre panmictique soit présentent un léger excès en hétérozygotes. Ce sont Darsalamy (Burkina Faso), Koutoura (Burkina Faso), Nassablé (Togo), Lofini (Mali), Fourou (Mali), Gashiga (Cameroun), Karamogolo (Côte d'Ivoire), Minignan (Côte d'Ivoire), Simbandy (Sénégal), Maidiguri (Nigeria), Bouma (Niger) et Kaka Sakara (Nier). L'indice de fixation relativement élevé, varie de 0,28 à 0,64 et confirme le défaut d'hétérozygotes.

### Variabilité inter-population

Les indices de fixation ont été calculés pour tous les loci (Tableau 2). La plupart des loci présentent un déficit en hétérozygotes aussi bien au niveau des individus que de la population totale comme le montrent les tableaux 1 et 2. Seuls l'ACP-4 (FIS= -0,19; FIT= -0,11) exhibe un excès d'hétérozygotes et le PGD-2 (FIS= -0,01) est en équilibre panmictique. La différenciation entre les populations (FST = 0,13 est relativement importante. Les valeurs moyennes de FIT = 0,24 et FIS = 0,13 traduisent ce défaut d'hétérozygotes du particulièrement aux loci AAP-2 (FIT = 0,44), SKD (FIT = 0,45) et PRX-2 (FIT = 0,46). La différenciation entre les populations (FST = 0,13) possède une valeur relativement importante.

## Discussion – Conclusion

Les résultats obtenus suggèrent les observations suivantes: La distribution des fréquences alléliques, le nombre moyen d'allèles par locus (4,3) et le taux de polymorphisme (entre 62% et 100%) traduisent une richesse allélique de *Parkia biglobosa*. Ces chiffres sont nettement plus importants que ceux calculés pour de nombreux *Acacia australiens* en particulier *Acacia mangium*,

Tableau 1: Paramètres de diversité intra-population

Populations	A	P	Ho	He	F
Pama-BF	2,63	75	0,26	0.34	0,22
Toeghin-BF	2,50	87,5	0,30	0.34	0,10
Saponé-BF	2,50	100	0,21	0.3	0,18
Darsalamy-BF	2,75	100	0,33	0.32	-0,03
Koutourou	2,50	87,5	0,34	0.33	-0,02
Tiébéle-BF	2,38	87,5	0,24	0.32	0,28
Gaoua-BF	2,63	87,5	0,22	0.27	0,17
Timbou-TOG	2,50	87,5	0,20	0.34	0,42
Bafilo-TOG	2,75	87,5	0,27	0.37	0,25
Magnan-TOG	3,13	87,5	0,33	0.36	0,07
Konkouare-TOG	2,62	87,5	0,31	0.34	0,08
Nanergou-TOG	2,25	87,5	0,32	0.36	0,10
Nassablé-TOG	2,63	87,5	0,34	0.34	0,02
Nbeso-MAL	2,62	87,5	0,26	0.27	0,02
Borioni-MAL	2,50	87,5	0,27	0.31	0,13
Lofini-MAL	2,63	87,5	0,27	0.27	0,01
Diomaténé-MAL	2,88	87,5	0,25	0.27	0,08
Nafegué-MAL	2,63	75	0,24	0.28	0,13
Katéle-MAL	2,63	100	0,29	0.31	0,06
Fourou-MAL	2,63	100	0,35	0.33	-0,05
Ho-kpandu-GH	2,63	87,5	0,25	0.3	0,16
Bawku-East-GH	2,88	100	0,33	0.38	0,13
Bawku-Bolga-GH	2,38	100	0,32	0.33	0,03
Krachi-GH	2,75	87,5	0,20	0.31	0,34
Dambaï-GH	2,75	87,5	0,32	0.34	0,05
Mbor-CAM	2,50	100	0,20	0.32	0,38
Gashiga-CAM	1,88	62,5	0,28	0.23	-0,25
Ngong-CAM	1,75	62,5	0,22	0.23	0,03
Poli-CAM	2,50	62,5	0,20	0.26	0,25
Wourouwate-CAM	2,63	62,5	0,24	0.29	0,14
Nakong-CAM	2,38	62,5	0,19	0.3	0,37
Mbaiboum-CAM	2,13	62,5	0,22	0.25	0,11
Dolekaha-CI	2,13	75	0,26	0.27	0,05
Tiendéri-CI	2,13	75	0,25	0.26	0,05
Karamogolo-CI	2,13	75	0,29	0.28	-0,06
Kafiofi-CI	2,50	87,5	0,22	0.32	0,33
Broundougou-CI	2,13	87,5	0,23	0.25	0,09
Minignan-CI	2,63	87,5	0,20	0.2	0,02
Ouangofitini-CI	2,63	100	0,26	0.35	0,26
Konkouré-GU	2,88	75	0,29	0.32	0,10
Bakaria-GU	2,38	62,5	0,22	0.26	0,17
Dabola1-GU	2,50	75	0,25	0.28	0,09
Sikhourou-GU	2,38	75	0,29	0.3	0,04
Segueya-GU	2,00	75	0,15	0.28	0,46



Tableau 1: (suite)

Populations	A	P	Ho	He	F
Kolda-SEN	2,00	62,5	0,17	0,26	0,34
Saré Yoba-SEN	1,88	75	0,19	0,28	0,34
Dabo-SEN	2,75	87,5	0,25	0,32	0,20
Baghere-SEN	2,63	75	0,27	0,31	0,14
Simbandy-SEN	2,63	75	0,30	0,3	-0,01
Baria-SEN	3,13	75	0,27	0,31	0,15
Dieng-SEN	2,13	75	0,26	0,29	0,11
Tchaclakou-BEN	2,50	87,5	0,29	0,39	0,24
Pepergou-BEN	2,50	87,5	0,26	0,33	0,21
Kotopounga-BEN	2,63	87,5	0,34	0,36	0,06
Nttitengou-BEN	2,13	75	0,28	0,34	0,17
Manta Dik.-BEN	2,63	87,5	0,25	0,36	0,31
Toucountouna-BEN	2,38	75	0,25	0,26	0,05
Kaduna-NA	2,38	75	0,24	0,31	0,23
Ilorin-NA	2,13	87,5	0,45	0,34	0,35
Auchi-NA	2,63	75	0,25	0,29	0,12
Maidiguri-NA	2,50	87,5	0,28	0,27	0,06
Bouma-NR	2,13	87,5	0,25	0,24	0,04
Souley Koara-NR	2,25	87,5	0,24	0,26	0,07
Kaka Sakara-NR	2,38	87,5	0,29	0,3	0,02
Population totale	4,13	100	0,26	0,34	0,24

chez lequel le nombre moyen d'allèles par locus est de 1,14 et le taux de polymorphisme de 6,67 (Moran et al. 1989a). Ces valeurs restent toutefois inférieures à celles de *Acacia albida* avec  $A = 3,4$  et  $P = 91 \%$  (Joly et al. 1992, Sina 1992). Le taux moyen d'hétérozygotie attendu  $H_e = 0,309$  est bien plus élevé que celui de plusieurs espèces étudiées:  $H_e = 0,141$  pour *Acacia crassicarpa*,  $H_e = 0,146$  pour *Acacia auriculiformis* (Moran et al. 1989b),  $H_e = 0,025$  pour *Acacia mangium* (Moran et al. 1989a). La très faible diversité de cette dernière serait due à l'histoire de l'espèce, localisée dans une zone à moins de 200 m d'altitude et ayant connu au cours du temps de fortes variations climatiques.

La diversité de *Parkia biglobosa* reste également supérieure à celle d'espèces anémophiles des régions tempérées:  $H_e = 0,185$  pour *Pinus jeffreyi* (Furnier et Adams 1986),  $H_e = 0,270$  chez

Tableau 2: F-statistiques pour tous les loci

Locus	Fis	Fit	Fst	Nm
Aaap-2	0,4	0,44	0,08	2,89
Aap-3	0,16	0,25	0,12	1,9
Acp-3	0,11	0,23	0,14	1,5
Acp-4	-0,19	-0,11	0,06	3,8
Pgd	-0,01	0,2	0,21	0,96
Prx-1	0,31	0,33	0,03	7,15
Prx-2	0,4	0,46	0,1	2,14
Skd	0,32	0,45	0,19	1,07
Moyenne	0,13	0,24	0,13	1,61

les conifères (Mitton 1983),  $H_e = 0,182$  pour *Pseudotsuga menzeissi* (Li et Adams 1988) et à celle d'espèces entomophiles comme les eucalyptus avec  $H_e = 0,182$  (Moran et Bell 1983).

La différenciation entre les populations ( $F_{ST} = 0,13$ ), relativement importante est comparable à celle d'*Acacia albida*,  $F_{ST} = 0,123$  calculée pour l'ensemble de son aire de répartition (Joly 1991). Cette différenciation assez élevée indique qu'une grande part de la diversité est d'origine inter-population. Ceci traduit un faible échange de gènes entre les populations de *Parkia biglobosa*. Ouédraogo (1995) et Oni (1997) ont établi une très faible implication des chauves-souris dans la pollinisation de *Parkia biglobosa*. Les principaux pollinisateurs sont les abeilles et leurs mouvements restent limités au sein d'une même population, ce qui limiterait les flux de gènes entre les peuplements et expliquerait la différenciation observée entre les populations. Si certains auteurs, dont Hopkins (1953) et Baker et Harris (1952), ont mis en avant le rôle des chauves-souris, celles-ci ne semblent pas fortement impliquées dans la pollinisation de *Parkia biglobosa* dans les zones d'Afrique de l'Ouest et du Centre.

Il convient pour mieux expliquer ces résultats de disposer d'informations complémentaires sur le système de reproduction de *Parkia biglobosa* et les flux de gène entre populations, l'organisation de la diversité génétique des arbres forestiers étant fortement influencée par ces facteurs. En outre, la connaissance de l'histoire évolutive d'une espèce est importante pour comprendre sa structure génétique, la répartition de la diversité génétique des espèces étant affectée par leur histoire (Hamrick 1989).

En conclusion, la présente étude a permis de mettre en évidence chez *Parkia biglobosa* une richesse allélique, une forte diversité génétique dont la répartition sera expliquée entre autre par les données de la biologie de la reproduction, dont l'analyse est toujours en cours. Par ailleurs, l'étude a révélé une différenciation assez importante entre les populations, ce qui suggère l'échantillonnage d'un nombre suffisamment important de populations sur l'aire de répartition de l'espèce, dans le cadre d'une stratégie de conservation des ressources génétiques de ladite espèce. En raison du régime de reproduction à prédominance allogame de *Parkia biglobosa* (Ouédraogo 1995, Oni 1997), une récolte importante de graines sur un nombre relativement réduit d'individus par population devrait suffire à assurer une bonne conservation de la diversité génétique.

## Références

- Ashton PS. 1981. Techniques for the identification and conservation of threatened species in tropical forests. In: The biological aspect of rare plant conservation (H. Synge, ed.). pp. 155 – 164. John Wiley & Sons, New York.
- Backer HG, Harris BJ. 1957. The pollination of *Parkia* by bats and its attendant evolutionary problems. *Evolution* 11: 449-460.
- Furnier GR, Adams WT. 1986. Mating system in natural populations in Jeffrey pine. *American Journal of Botany* 73: 1002-1008
- Hamrick JL. 1989. Isozymes and the analysis of genetic structure in plant population. In: Isozymes in plant biology, 87-105 (Soltis DE et Soltis PS, eds.)
- Hopkins HC. 1953. The taxonomy, reproductive biology and economic potential of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) in Africa and Madagascar. *Botanical Journal of the Linnean Society* 87: 135-167.
- Joly HI. 1991. Population genetics of *Acacia albida*. *Bulletin of the International Group of the study of Mimosoideae* 85-95.
- Joly HI, Zeh-Nlo M, Danthu P, Aygalent C. 1992. Population genetics of an African *Acacia*: *Acacia albida*. I. Genetic diversity of populations from West Africa. *Aust. J. of Bot.* 40:59-73.
- Li P, Adams WT. 1988. Range-wide patterns of allozymes variation in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). *Canadian Journal of Forestry Research* 19: 149-161.
- Mitton JB. 1983. Conifers. In: Isozymes in plant genetics and breeding, Part B (Tanksley SD et Orton TJ, eds). Elsevier 423-443.
- Moran GF, Bell JC. 1983. Eucalyptus. In: Tanksley SD et Orton TJ (eds). Isozymes in plant genetics and breeding Part B. Elsevier, pp. 423-443.
- Moran JF, Muona O, Bell JC. 1989a. *Acacia mangium*: a tropical forest tree of the coastal lowlands with low genetic diversity. *Evolution* 43:231-235.

- Moran JF, Muona O, Bell JC. 1989b. Breeding system and genetic diversity in *Acacia auriculiformis* and *Acacia crassicarpa*. *Biotropica* 21:250-256.
- Nei M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89:723-760.
- Oni PI. 1997. *Parkia biglobosa* (Jacq) Benth. In: Nigeria: A resource assessment. Ph.D. Thesis, University of Wales, Bangor. 208 pp.
- Ouédraogo AS. 1995. *Parkia biglobosa* (Leguminosae) en Afrique de l'Ouest: Biosystématique et Amélioration. 205 pp.
- Pasteur N, Pasteur G, Bonhomme F, Catalan J, Britton-Daviddian J. 1987. Manuel technique de génétique par électrophorèse des protéines. Techniques et documentation (Lavoisier). 217 pp.
- Sina S. Contribution à l'étude de la variabilité génétique des populations naturelles d'*Acacia albida* (Del.) du Burkina Faso. Apport du polymorphisme isoenzymatique. Mémoire de DEA. Université Nancy. 33 pp.
- Soulé ME. 1980. Thresholds for survival: maintaining fitness and evolutionary potential. In: Conservation Biology. pp. 153-169
- Wright S. 1965. The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating. *Evolution* 19:395-420.
- Yeh FC, Boyle T. 1999. POPGENE version 1.32. The user-friendly software for population genetic analysis. University of Alberta and CIFOR, Calgary, Alta.

## Minimally-invasive reforestation as a model for *in situ* and *ex situ* plant conservation

J.O. Faluyi, A. Adebowale

Department of Botany, Obafemi Awolowo University Ile-Ife, Nigeria

### Abstract

This paper reports progress in the reforestation project at the Obafemi Awolowo University as a case study of one site that has been planted with *Elaeis guineensis* at a spacing of 78 m x 39 m and managed under the minimally-invasive strategy for three years. A total enumeration of site shows that there are 54 species in 19 families in site JSQ1 that is about 2.5ha. The tree species are mainly saplings and seed recruitment is rather low as a result of perennial farming activities on the site. The cover in site JSQ1 is only 31% indicating that the land can still be seeded with desired plants to improve its species diversity, richness and abundance. An activity chart detailing the major elements of the minimally-invasive strategy, its dynamics and mechanisms has been produced.

### Introduction

Wild genetic resources provide food, fodder, fuel-wood, fibre, oils, medicinals and materials for cultural use. The global concern for the protection of the environment arose in the 1960s and the early 1970s when publications from naturalists and scholars in Europe and the Americas appeared. Such publications include those of Hardin (1968), Erlich and Erlich (1970), Iltis (1967, 1968), Iltis et al. (1970a, 1970b). In 1972, the United Nations Environment Programme (UNEP) was launched at the UN Conference on the Human Environment that was held in Stockholm, Sweden. UNEP has since exercised its mandate to collate and analyse data for the understanding of the earth's environment and promotion of conventions to protect the ozone layer, to regulate the movement of dangerous industrial and other wastes, and to promote the conservation of the earth's biological diversity. The "Earth Summit" (United Nations Conference on Environment and Development) held in Rio de Janeiro, Brazil represents a major global concern about biodiversity loss and an initiation of global practical will to combat it.

The Man and Biosphere Committee in Nigeria organized a lot of baseline work, nationally, on the Nigerian savanna (Sanford et al. 1982). Some government parastatals like the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology and the Federal Environmental Protection Agency have also been involved in the protection of the environment and biodiversity.

The Reforestation Project at the Obafemi Awolowo University is the initiative of the University Administration to redress the extensive decimation of the environment occasioned by the activities associated with logging and indiscriminate farming all over the university estate that consists of 11 850 hectares out of which the central campus occupies 5605 hectares. Unauthorized farming along the lake has led to heavy silting of the artificial lake on Opa River from which the water supply of the university is sourced. The objectives of the project are:

1. To identify and demarcate sites to be kept as reserves and parks in the estate;
2. To reclaim over-farmed areas by planting economic tree species in an ecologically-balanced mixture;
3. To increase tree species richness of the site by reseeding them with endangered/rare species.

The project took off in May 2001 with the establishment of five palm estates around the lake based on the principles of minimal invasion of the existing ecosystem. The major elements of minimally-invasive reforestation are:

1. Careful clearing at inception to save, as much as possible, all tree seedlings and saplings; this process continues for all clearing exercises.

2. Adoption of a practical planting distance for the palm to ensure that they can develop without competition from native trees;
3. Quarterly survey of the plantation for tree seedlings recruited from the native seed bank;
4. Total identification and enumeration of all the tree species in the plantation;
5. Discriminate felling of tree species that disturb the economic tree at some convenient stage in the maturation of the economic tree species;
6. Seeding of the plantation with seedlings of desired tree species (endangered species, utility fruit species, medicinal plants, species with high cultural value, and so forth).

This paper reports the potentials for plant genetic resources conservation (*in situ* and *ex situ*) in Site JSQ1 of the Reforestation Project of the Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria that has been managed according to the minimally-invasive strategy for three years.

### Materials and methods

At inception in 2001, a parcel of land bounded by the Junior Staff Quarters and the Opa River towards the East Gate of the Campus was cleared, ensuring that all the tree saplings and seedlings that were evident were spared; all the climbers were, however, cleared. *Elaeis guineensis* (Dura x Pisifera hybrid developed by the Nigerian Institute for Oil Palm Research, Benin, Nigeria) were transplanted as 1-year old seedlings at a spacing of 78 m x 39 m. This distance was adjusted whenever a tree was encountered. The plantation on which this report is based is now 2.5 hectares.

A total enumeration of the trees was done at baseline. The trees were identified to the species level. The entire plantation was surveyed every three months and the tree seedlings emerging from the seed bank were documented and marked out to avoid destruction during weeding. The same labour hands were used to ensure that this mode of weeding became a culture.

The entire plantation was divided into transects of 5 m. Each transect was explored at every 1 m distance and scored for the absence or presence of canopy cover. To estimate the cover, the number of hits that recorded a cover was expressed as percentage of the total number of hits.

### Results

Table 1 lists the plant species identified in the plantation. There are 56 species in 19 families. Only two of the tree species can be considered matured – one *Triplochiton scleroxylon* (the only one in the plantation) and one *Antiaris africana*. The others are saplings and seedlings. *Newbouldia laevis* is the most frequent tree species (78) followed by *Glyricidia sepium*, *Morus mesozygia*, *Albizia zygia*, *Antiaris africana* and *Pterocarpus milbraedi*.

The other plants are in low frequencies. *Melicia excelsa* is an upcoming timber species that was recruited from the seed bank within the last three years although there is no matured stand of the plant in the plantation. The situation with *Antiaris africana* is the conversen– there is a mature stand in the plantation and the saplings are also relatively frequent.

Table 2 shows the frequencies of the 19 families encountered on JSQ1. The family Bignoniaceae tops the list followed by the Moraceae that is closely followed by the Papilionoidae. *Glyricidia sepium* contributed about 50% of the population of the Papilionoidae and its incidence is due essentially to its use as stakes for yam and fodder for domestic animals kept by residents in the Junior Staff Quarters. *Newbouldia laevis* contributed about 78% of the population of the Bignoniaceae. It is an endemic species in our area.

Table 2 also shows that only 8 of the 21 families produced seedlings, with the Moraceae topping the list followed by the Sapindaceae and then the Bignoniaceae. None of the trees is outstanding in seedling production although a few of them are prolific in seed production. Examples are *Newbouldia laevis*, *Blighia sapida* and *Blighia unijugata*.

Assessment of cover shows that the area has only 31% cover. This shows that the land is largely open (Figure 1). The dominant shade trees are *Albizia zygia*, *Albizia glaberrima* and *Albizia adianthifolia*. The most abundant trees, for example, *Newbouldia laevis* and *Glyricidia sepium* are either high profile trees with limited canopy as in *Newbouldia* or overused trees with drastically curtailed canopies as in *Glyricidia*. Since most of the trees are also saplings, the low value for cover is understandable.



Table 1: List of plants in Site JSQ1 of the Reforestation Project

Species no.	Species name	Family	Category	Frequency
1	<i>Blighia sapida</i>	Sapindaceae	T, sp, sd <sup>9</sup>	4
2	<i>Blighia unijugata</i>	Sapindaceae	sd	4
3	<i>Phyllanthus muellerianus</i>	Euphorbiaceae	sp	1
4	<i>Securinegea virosa</i>	Euphorbiaceae	sp	9
5	<i>Spondias mombin</i>	Anarcadiaceae	T, sp, sd	8
6	<i>Morus mesozygia</i>	Moraceae	Sp, sd	24
7	<i>Newbouldia laevis</i>	Bignoniaceae	T, sp, sd	78
8	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	T, sp, sd	15
9	<i>Albizia zygia</i>	Mimosaceae	T	22
10	<i>Albizia glaberrima</i>	Mimosaceae	T, sp	15
11	<i>Morinda lucida</i>	Rubiaceae	T, sp	22
12	<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae	T, sp, sd	17
13	<i>Rothmania longiflora</i>	Rubiaceae	sp	1
14	<i>Malotus oppositifolius</i>	Euphorbiaceae	sp	4
15	<i>Holarrhena floribunda</i>	Apocynaceae	T	7
16	<i>Glyricidia sepium</i>	Papilionoidae	T	45
17	<i>Gnestis ferruginia</i>	Conaraceae	sp	4
18	<i>Antiaris africana</i>	Moraceae	T, sp, sd	18
19.	<i>Nauclea latifolia</i>	Rubiaceae	T	5
20	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Papilionoidae	sp,sd	11
21	<i>Margaritaria discoideus</i>	Euphorbiaceae	T,sp	9
22	<i>Ficus mucoso</i>	Moraceae	T	11
23	<i>Pterocarpus milbraedi</i>	Papilionoidae	T, sp	20
24	<i>Napoleona vogelli</i>	Lecythedaceae	sp	2
25	<i>Voacanga africana</i>	Apocynaceae	sp	8
26	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Moraceae	T	1
27	<i>Lonchocarpus sianescens</i>	Papilionoidae	sp	4
28	<i>Glyphea braevis</i>	Tiliaceae	sp	4
29	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	T	2
30	<i>Baphia nitida</i>	Papilionoidae	sp	11
31	<i>Melicia excelsa</i>	Moraceae	sp, sd	8
32	<i>Trema orientalis</i>	Ulmaceae	T	3
33	<i>Markhamia tomentosa</i>	Bignoniaceae	sp	11
34	<i>Alchornea laxiflora</i>	Euphorbiaceae	sp	3
35	<i>Manihot glaziovii</i>	Euphorbiaceae	T, sp	6
36	<i>Ficus sur (Ficus capensis)</i>	Moraceae	sp	3
37	<i>Myrianthus arboreus</i>	Moraceae	T, sp	9
38	<i>Bridelia micrantha</i>	Euphorbiaceae	sp	5
39	<i>Aegelia obliqua</i>	Conaraceae	sp, sd	3
40	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Apocynaceae	sp	2
41	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	Anarcadiaceae	sp	8
42	<i>Monodora tenuifolia</i>	Annonaceae	sp	2
43	<i>Dalbergia lutia</i>	Papilionoidae	sp	1
44	<i>Alstonia boonei</i>	Apocynaceae	sp	1
45	<i>Kigelia africana</i>	Bignoniaceae	T, sp	8

Table 1: (cont.)

Species no.	Species name	Family	Category	Frequency
46	<i>Albizia adianthifolia</i>	Mimosoidae	T	1
47	<i>Pleioceras barteri</i>	Apocynaceae	sp, sd	2
48	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	T, sp	7
49	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	T, sd	4
50	<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae	sp	4
51	<i>Vernonia amygdalina</i>	Asteraceae	sp	4
52	<i>Thevetia nerifolia</i>	Apocynaceae	sp	1
53	<i>Sterculia tragacantha</i>	Sterculiaceae	sp	4
54	<i>Elaeis guineensis</i>	Palmae	T, sp	3
55	<i>Bambusa vulgaris</i>	Gramineae	sp	1
56	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Mimosoidae	sp	11

<sup>3</sup> sp = sapling, sd = seedling, T = tree

Table 2: Frequency of families and seedlings in the site studied

No.	Families	Frequencies	Seedlings	No.	Families	Frequencies	Seedlings
1.	Papilionoidae	92	2	11.	Annonaceae	02	-
2.	Anarcadiaceae	18	2	12.	Rubiaceae	31	-
3.	Bignoniaceae	101	4	13.	Moraceae	94	17
4.	Asteraceae	4	-	14.	Lecythedaceae	03	-
5.	Euphorbiaceae	38	-	15.	Sterculiaceae	4	-
6.	Bombacaceae	7	-	16.	Tiliaceae	4	-
7.	Apocynaceae	21	22	17.	Melineae	3	-
8.	Mimosoidae	39	-	18.	Conaraceae	15	1
9.	Palmae	3	-	19.	Gramineae	7	1
10.	Sapindaceae	14	6				



Figure 1: View of site JSQ1 showing the denser canopies (left) and JSQ1 showing a more open section (right)

### Discussion

The ambient vegetation of site JSQ1 is a regrowth forest situation in which *Albizia zygia*, *Albizia glaberrima* and to some extent *Albizia adianthifolia* form the dominant species. There is reason to suggest that, but for the long history of subsistence farming on this stretch of land, it would

have been a regrowth forest. Because of the long history of unauthorized use of land in the university estate, there is no primary forest standing any where on the estate. Chukwuka and Isichei (1997) classified the local vegetation of the campus as lowland rainforest agricultural mosaic with small patches of derived savanna on inselbergs. This definition recognizes the impact of agriculture on the original vegetation of the university estate. There are three major consequences of farming on this piece of land:

- Drastic reduction in the cover leading to almost open land;
- Drastic depletion of the native seed bank occasioned by regular agitation of the soil during weeding; the evidence for this is the low frequency of seedlings of even dominant species like *Albizia zygia* and *Newbouldia laevis* that normally germinate well.
- High frequency of species introduced for cultural use, for example, *Glyricida sepium* which is used for staking yam and as fodder.

Despite these limitations, the species richness of the site is quite impressive. It is more likely that the species richness will improve further by dispersal into the site from the ambient vegetation and other ecosystems farther away.

The poor recruitment of seedlings to the plant population in the site can be attributed to disturbance of the soil as a result of farming activities. It is imaginable that plants whose seeds can tolerate disturbance will contribute more to the seedling population. The Moraceae produced the highest number of seedlings probably because the seeds are small, and their germination requirement can be met in spite of the disturbance to the sub-soil.

Figure 2 shows an activity chart encompassing all the operations that are necessary to make minimally-invasive reforestation succeed in a time frame. At baseline, the important issues are the mode of clearing, total enumeration of plant species and the determination of planting distance that will allow economic return from the cash crop and permit an optimum stocking of site with desired tree seedlings and recruited seedlings from the seed bank. In year two, monitoring of the cash crop for performance can begin for palm particularly if the seedlings were up to one year old at establishment. Etiolation is the major phenomenon that shading can engender and it can be checked easily by comparing performance parameters of plants in the open and shade. Based on performance monitoring, some discriminate felling of trees for the cash crop can be carried out. The decision to fell will be a careful balance of economic returns with genetic diversity. The point must be made, however, that if a tree must be felled, it can be replaced as a seedling in an open space except if it is abundant.

The reforestation project at Ife has reached the third year and is at the stage of felling trees that shade our palms significantly. The major tree species that shade heavily are *Mangifera indica*, *Margaritaria discoideus*, *Azadirachta indica* and the *Albizia* when they occur in clusters. *Newbouldia laevis* is a high profile tree with very tolerable shading effect; so is *Antiaris africana* which, apart from being a tall tree, has a canopy form that allows enough light to penetrate.

The model of minimally-invasive reforestation is consistent with *in situ* conservation because it can preserve existing tree species and new species that may emerge from the native seed bank or from seeds that may be dispersed from other ecosystems. Even in this sense, it is already consistent with *ex situ* conservation. The *ex situ* value of a site can be improved as desired subject to the availability of space in the site.

The experience at Ife is that the use of economic tree species is an effective way to discourage unauthorized use of land. If the established plantations are well managed, community appreciation can be engendered. The difficulty, however, is in educating citizens about the need to preserve the plant species as they are without exploitation for fuel-wood, fibre and food. This aspect requires conscience effort, patience and vigilance. Restocking of established plantations should not begin until members of the community have been sufficiently mobilized because some of the endangered species may have high utility value.

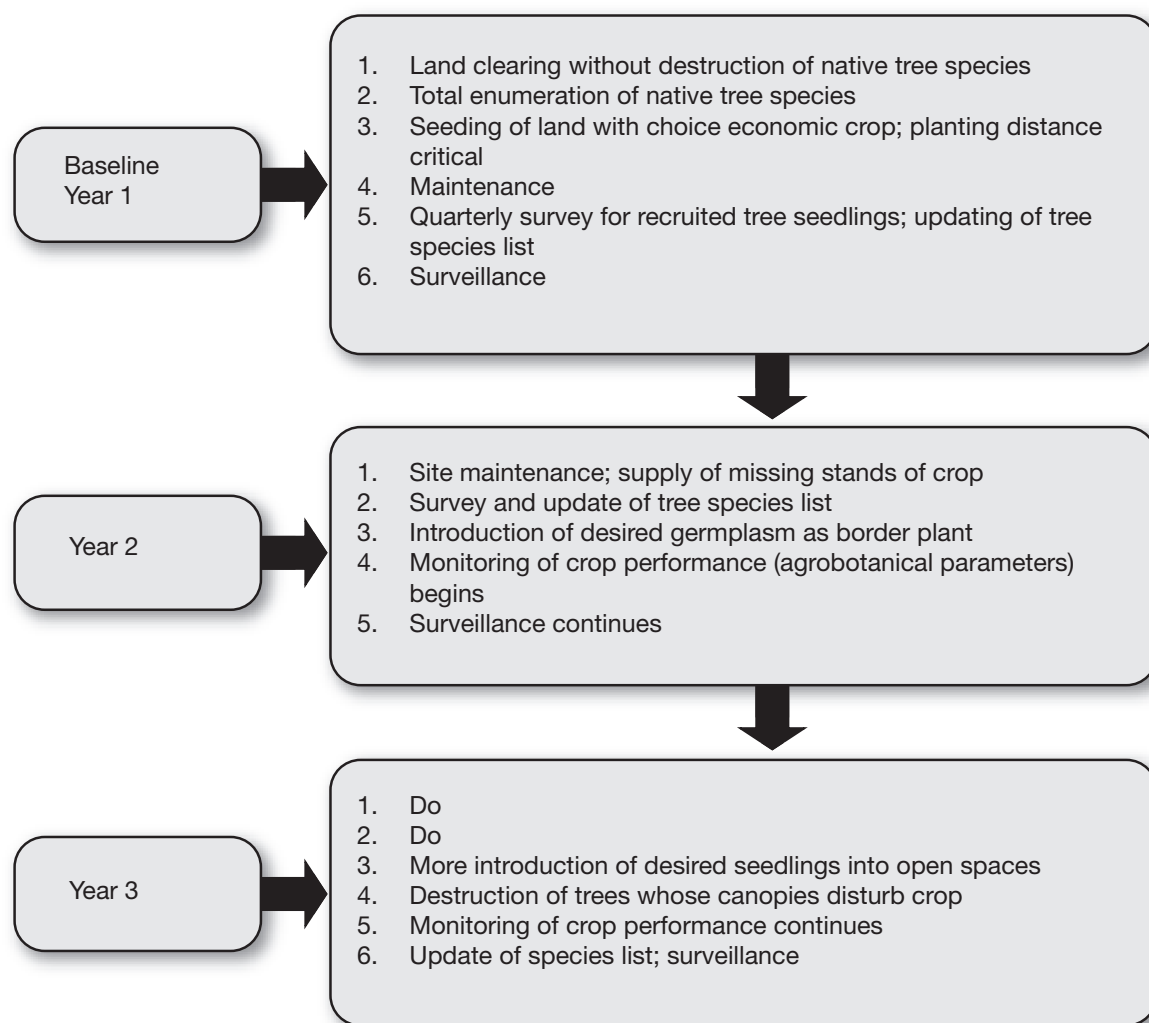


Figure 2: Activity chart for minimally invasive reforestation

### References

- Chukwuka K, Isichei AO. 1997. Floristics and Structure of the Remnant Forests of the Obafemi Awolowo University Campus, Ile-Ife Nigeria and their Potential for Conservation. *Nigerian Journal of Botany*. 10: 83-93.
- Erlich P, Erlich AH. 1970. *Population, Resources, Environment*. Issues in Human Ecology. W.H. Freeman, San Francisco.
- Hardin G. 1968. *Population, Evolution and Birth Control*. W.H. Freeman, San Francisco.
- Iltis HH. 1967. The taxonomist and the ecologist: Whose fight is the preservation of nature? *Bioscience*. 17(12): 886-890.
- Iltis HH. 1968. The optimum human environment and its relation to modern agricultural preoccupations. *The Biologist* I. (3-4): 114-125.
- Iltis HH, Densereau P. 1970a. Hugh H. Iltis to Pierre Densereau. *Sarracenia* 12: 39-50.
- Iltis HH, Loukes OL, Andrews P. 1970b. Criteria for Optimum Human Environment. *Bulletin of Atomic Scientists* (January), 1-6.
- Sanford WW, Yesufu HM, Ayeni JSC. (eds.). 1982. *Nigerian Savanna M.A.B. State of Knowledge Workshop Selected Papers*. Kainji Lake Research M.A.B. Committee and UNESCO, New Bussa.

## Diversité biologique des espèces végétales endémiques cultivées dans cinq localités de la zone sahélienne du Burkina Faso

*I. Drabo*

*INERA/CERREA, Centre Saria, Burkina Faso*

### Résumé

Cette étude a concerné l'inventaire des ressources génétiques végétales endémiques cultivées dans la zone sahélienne du Burkina Faso. Elle a été effectuée en Septembre 2003 dans le cadre du Desert Margin Projet (DMP). L'objet de l'inventaire était entre autres de: 1) déterminer la diversité des ressources phytogénétiques des espèces cultivées, 2) comprendre les objectifs, méthodes et problèmes des producteurs dans la production, la conservation et l'utilisation des ressources phytogénétiques au niveau communautaire, 3) évaluer le rôle des producteurs dans la conservation et le développement des ressources phytogénétiques et l'approvisionnement en semences, 4) obtenir des informations de base pour la mise en place des autres activités du projet. L'entretien avec des groupes de producteurs était la méthode utilisée pour la collecte des données dans les cinq sites. Un total de 161 producteurs ont ainsi été questionnés à Tougouri, Bougou, Katchari, Bahn et Madougou. L'étude montre l'existence d'une quarantaine d'espèces végétales réparties en six filières (céréales traditionnelles, oléo-protéagineux, plantes à tubercules, cultures maraîchères, arboriculture fruitière et autres espèces). La variabilité intra-spécifiques est plus élevée chez les céréales traditionnelles (sorgho, mil) que chez les autres espèces. L'érosion génétique et la disparition de certaines espèces cultivées sont liées au manque d'eau et à la baisse de la pluviométrie.

### Introduction

La zone désertique marginale du Burkina Faso ou zone sahélienne est caractérisée par une dégradation continue des ressources naturelles. La pluviométrie varie entre 300 et 500 mm par an. La communauté locale pratique généralement une agriculture de subsistance en utilisant d'une manière générale, des pratiques culturelles traditionnelles. L'interaction entre l'environnement, les communautés locales et les espèces cultivées a engendré l'existence d'une diversité d'espèces végétales et de variétés à l'intérieur de ces espèces. Les producteurs au fil du temps, se sont adaptés aux conditions difficiles du milieu en sélectionnant ou introduisant des variétés ou espèces plus adaptées.

Bien qu'il y ait eu dans le passé un effort (national, régional et international) de collecter des variétés locales de quelques espèces cultivées dans la zone sahélienne (mil, sorgho, maïs niébé, voandzou, gombo), il y a cependant peu d'informations sur la diversité de toutes les espèces cultivées endémiques ainsi que de la variabilité intra-spécifique et des connaissances endogènes des cultures et de conservation de ces ressources phytogénétiques. Avec la menace de plus en plus grandissante de la sécheresse et de ses conséquences (érosion génétique) il y a un besoin pressant de réaliser un inventaire sur la diversité des espèces cultivées et leurs pratiques culturelles afin de développer une stratégie intégrée de conservation et de développement de ces ressources.

L'objectif de l'étude était entre autre de: (1) déterminer la diversité des ressources phytogénétiques des espèces cultivées endémiques; (2) comprendre les objectifs, méthodes et problèmes des producteurs dans la production, la conservation et l'utilisation des ressources phytogénétiques au niveau communautaire; (3) évaluer le rôle des producteurs dans la conservation et le développement des ressources phytogénétiques et l'approvisionnement en semences; (4) obtenir des informations de base pour la mise en place des autres activités du DMP au Burkina Faso.

### Méthodologie

Une rencontre préliminaire d'échanges entre les trois chercheurs impliqués dans l'étude a permis d'élaborer une fiche de collecte des données afin de recueillir le maximum d'informations:



espèces, variétés, caractéristiques des variétés (origine, taille, importance, couleur et forme des grains et ou fruits, origine des semences), l'érosion génétique, les conditions de cultures, les contraintes et l'utilisation. L'entretien avec des groupes de producteurs était la méthode utilisée pour collecter les données en suivant le canevas de la fiche de collecte. Dans un premier temps, l'équipe de chercheurs s'entretient avec l'ensemble des producteurs. Cette première étape permet d'inventorier toutes les espèces cultivées dans la zone. Le recensement a été fait par filière à savoir: la filière céréales traditionnelles (sorgho, mil et maïs), la filière oléo protéagineux (niébé, voandzou, haricot, riz), la filière plantes à tubercules (manioc, patate douce, etc.), la filière culture maraîchère et légumière (tomate, oignon, pastèque, piment, etc.), la filière arboriculture fruitière (manguier, oranger, bananier, etc.). Par la suite, les producteurs ont été réparties en trois groupes en tenant compte du genre (jeunes, vieux, hommes, femmes), chaque chercheur s'entretenant avec un groupe sur une filière donnée.

Les différentes rencontres avec les communautés se sont déroulées vers la fin de la saison des pluies entre le 13 et le 25 septembre 2003. Les entretiens se sont déroulés dans les villages suivants:

- Tougouri situé à environ à 160 km au Nord de Ouagadougou. Il est facilement accessible.
- Bougou situé à 35 km de Tougouri. Il est difficilement accessible en hivernage.
- Katchari situé proche de Dori et à 320 km au Nord de Ouagadougou. Il est facilement accessible et est le siège du Centre Régional de Recherches Environnementales et Agricoles du Nord.
- Bahn situé à 250 km au Nord Ouest de Ouagadougou est facilement accessible.
- Madougou situé à 25 km de Bahn est difficilement accessible en hivernage.

## **Résultats**

### **Profile des enquêtés**

Un total de 161 producteurs et productrices dont 40 à Tougouri, 20 à Katchari, 23 à Bahn et 20 à Madougou ont été enquêtés. La proportion des adultes et des hommes était plus élevée. Tous les enquêtés étaient membres d'une organisation paysanne de productions végétales et ou d'élevage.

### **Diversité des espèces cultivées**

#### *Critère de distinction des variétés*

Dans tous les sites, les producteurs n'ont eu aucune difficulté pour décrire les différentes variétés en leur possession. La distinction et dans plusieurs cas, la nomination des variétés sont faites sur la base des caractères agromorphologiques (cycle, hauteur de la plante, couleur des graines et des gousses, nombre de fruits, forme et longueur des panicules ou épis, grosseur des fruits etc.). Les variétés se distinguent entre elles également de par leur origine. C'est le plus souvent le cas des variétés obtenues à partir des services de vulgarisation ou de l'INERA, les variétés obtenues chez des migrants et les variétés introduites d'ailleurs.

### **Diversité des espèces de la filière céréales traditionnelles**

Le Tableau 1 indique la présence d'un plus grand nombre de variétés (sur la base des noms locaux) à Tougouri comparativement aux autres sites. Il y a en tout 72 variétés dont 39 de sorgho, 19 de mil et 14 de maïs. La plupart de ces variétés sont locales. Nous notons la présence de variétés améliorées de sorgho, mil et maïs à Tougouri, de maïs à Bougou et Bahn, de mil et de sorgho à Madougou. Les variétés de maïs à Kantchari ont disparu à cause de la baisse de la pluviométrie.

### **Diversité des espèces de la filière oléo-protéagineux**

Au niveau de cette filière, le site de Tougouri comporte beaucoup plus de variétés identifiées sur la base de leurs noms locaux uniquement (Tableau 2). Il y a eu tout 69 variétés dont 25 de niébé, 20 de voandzou, 11 d'arachide, 12 de sésame et 1 d'haricot riz. Nous notons la présence de variétés améliorées de niébé, arachide et sésame dans tous les sites.

Tableau 1: Diversité des espèces de la filière céréales traditionnelles

Sites	Nombre de variétés/espèce			Total
	Sorgho	Mil	Maïs	
Tougouri	15	5	4	24
Bougou	10	2	3	15
Katchari	3	5	3	11
Bahn	4	3	2	9
Madougou	7	4	2	13
Total	39	19	14	72

Tableau 2: Diversité des espèces de la filière oléo-protéagineux

Site	Nombre de variétés/espèce					Total
	Niébé	Voandzou	Arachide	Sésame	Haricot riz	
Tougouri	7	5	3	2	1	18
Bougou	4	3	2	3	-	12
Katchari	3	3	1	3	-	10
Bahn	5	5	3	2	-	15
Madougou	6	4	2	2	-	14
Total	25	20	11	12	1	69

### Diversité des espèces des plantes à tubercules

Il y a seulement 16 variétés (sur la base de leurs noms locaux) dont 7 de manioc, 6 de patate douce et 3 de pomme de terre (Tableau 3). Les semences de pomme de terre sont achetées annuellement. Aucune de ces espèces n'est cultivée à katchari. A Bougou, nous ne trouvons ni de patate douce ni de pomme de terre. A Madougou, point de culture de pomme de terre. C'est surtout à cause de la sécheresse et du manque d'eau pour les cultures de contre saison que ces espèces ont disparu ou ne sont pas cultivées.

Tableau 3: Diversité des espèces des plantes à tubercules

Site	Nombre de variétés/espèce			Total
	Manioc	Patate douce	Pomme de terre	
Tougouri	1	2	1	4
Bougou	2	-	-	2
Katchari	-	-	-	-
Bahn	2	3	2	7
Madougou	2	1	-	3
Total	7	6	3	16

### Diversité des espèces de la filière cultures maraîchères et légumières

Nous notons ici une plus grande diversité à Tougouri (Tableau 4). Sur les 94 variétés distinguées uniquement sur la base de leurs nom locaux, il y a un plus grand nombre de variétés de gombo (22), d'oseille (21) et de piment (10). Les espèces maraîchères ne sont généralement pas cultivées à Katchari et Bougou à cause du manque d'eau pour les activités de contre-saison.

Tableau 4: Diversité des espèces de la filière cultures maraîchères et légumières (Nombre de variétés par espèce)

Espèces	Sites					Total
	Tougouri	Bougou	Katchari	Bahn	Madougou	
Tomate	3	-	-	1	2	6
Ail	1	-	-	1	-	2
Oignon	2	-	-	2	2	6
Aubergine	2	-	-	1	1	4
Gombo	9	3	3	5	2	22
Pastèque	2	1	3	2	1	9
Choux	2	-	-	1	-	3
Laitue	2	-	-	1	-	3
oseille	6	4	4	4	3	21
Piment	4	2	-	1	2	9
Courgette	2	-	-	-	-	2
Carotte	1	-	-	1	-	2
Total	38	10	10	21	15	94

### Diversité des espèces de la filière arboriculture fruitière

Nous observons ici que les sites de Tougouri et de Bahn comportent beaucoup plus de diversités (Tableau 5). Sur les 42 variétés distinguées sur la base de leurs noms locaux seulement, les manguiers sont plus nombreux (20 variétés). A Katchari on ne trouve aucune espèce alors qu'à Bougou nous notons la présence de goyaviers et de manguiers. L'absence ou la disparition des espèces sont liées au manque d'eau.

Tableau 5: Diversité des espèces de la filière arboriculture fruitière (Nombre de variétés par espèce)

Espèces	Sites					Totaux
	Tougouri	Bougou	Katchari	Bahn	Madougou	
Oranger	1	-	-	1	1	3
Citronnier	1	-	-	1	1	3
Manguier	8	5	-	4	3	20
Goyavier	2	1	-	1	1	5
Papayer	2	-	-	2	-	4
Bananier	1	-	-	-	-	1
Pomme cannelle	1	-	-	1	1	3
Grenadine	-	-	-	1	-	1
Pomme acajou	1	-	-	-	1	2
Totaux	17	6	-	11	8	41

### Diversité des espèces des autres cultures

Il y a en tout 7 espèces et 36 variétés identifiées sur la base de leurs noms locaux uniquement (Tableau 6). Les variétés de Calebasse prédominent (19 variétés). Le riz et le coton ont disparu à Bougou, Katchari et Bahn à cause de leurs longs cycles et de la sécheresse. L'argafuna qui est une plante aromatique est seulement présent à Bahn et Madougou. Le riz a disparu de Madougou mais les variétés perdues peuvent y être réintroduites un jour à partir de Thiou un village environnant.

Tableau 6: Diversité des espèces des autres cultures (Nombre de variétés par espèce)

Espèces	Sites					Totaux
	Tougouri	Bougou	Katchari	Bahn	Madougou	
Coton	1	-	-	-	2	3
Riz	4	-	-	-	-	4
Fonio	-	-	-	1	1	2
Courge	-	1	2	-	-	3
Tabac	1	-	1	-	1	3
calebasse	2	3	2	6	6	19
Argafuna	-	-	-	1-	-	2
Totaux	8	4	5	8	11	36

### Les espèces et variétés en voie de disparition

Parmi les espèces en voie de disparition il y a le coton, le riz et le tabac dans tous les sites (Tableau 7). Les variétés qui ont un cycle de plus de 90 jours sont également menacées. A Katchari, les fruitiers et les cultures maraîchères ont disparu par manque d'eau.

Tableau 7: Les espèces et variétés en voie de disparition par site

Sites	Espèces	Variétés	Cause
Tougouri	Gombo	Maan daaga	-Cycle long (+90 j)
Bouzou	Tabac	-	
	Coton	-	
Katchari	Sorgho	Kouinanré	-Cycle long (+90 j)
	Maïs	-	-Manque d'eau pour irrigation
	Laitue	-	
	Pomme de terre	-	
	Tomate	-	
	Fruitier	-	
	Riz	-	
	Coton	-	
Bahn	Pomme de terre	Claudia	- Peu productif
	Voandzou	Doumou et guiri	- Cycle long (+90j)
	Sésame	Namgnou djèm	
	Coton riz		
Madougou	Coton	-	- Peu productif
	Riz	-	- Cycle long (+90j)
	Tabac	-	-
	Oseille	-	-
	Ail	-	-

### Les connaissances endogènes

Les connaissances endogènes liées aux pratiques traditionnelles sont plus ou moins similaires en nature. La plupart de ces connaissances sont empiriques et obtenues à partir de leurs expériences d'exploitation agricole en relation avec l'environnement. Ces connaissances sont manifestées en terme de lois, régulations, interdits, cérémonies et rites de même que des

expériences acquises à partir des formations et échanges d'informations effectuées par les systèmes de vulgarisation agricole, l'INERA et les projets de développement.

### Les contraintes et leurs solutions

Trois groupes de contraintes ont été énumérés. Ce sont:

- contraintes abiotiques: insuffisance de pluie, inondation, vent, pauvreté des sols, absence de facilité d'irrigation;
- contraintes biotiques: longueur du cycle de certaines variétés, maladies, insectes (termites, bruches, chenilles, cantharides), striga sur les céréales et le niébé, oiseaux, rongeurs;
- autres contraintes: mévente, vente précoce, intrants coûteux et peu accessibles, manque de semences améliorées, divagation des animaux, tabou.

Très peu de solutions existent pour faire face à ces contraintes. Nous citons:

- utilisation de la fumée (vieux pneu) pour lutter contre les cantharides;
- utilisation de la cendre pour lutter contre les chenilles et pour stocker les graines de niébé et de voandzou;
- utilisation du sable pour stocker le niébé et le voandzou;
- utilisation des plantes insecticide (*Hyptis*, *Boscia*) pour la conservation du niébé;
- utilisation des ossements pour lutter contre les termites chez les fruitiers;
- fumure organique (fumier et compost) pour enrichir les sols.

### Utilisation des plantes

Les plantes cultivées sont utilisées pour satisfaire des besoins diverses:

- vente pour se procurer de l'argent;
- alimentation humaine et animale;
- transformation (savon, récipient, instruments de musique)
- pharmacopée pour soigner les maladies chez l'homme comme chez les animaux. (furoncle, ampoule causée par les cantharides, panaris, nausée, paludisme, maux de tête, maux de cœur, rhumatisme, maux d'œil, apéritif, ballonnement, brûlure, démangeaison, aphrodisiaque, dysenterie, jaunisse, vers de guinée, maladies infantiles, bilariziose, hoquet, coliques abdominales, piqûre d'abeille, soins des femmes après accouchement, plaies, toux vomitif, production de lait chez la femme, rhume chez les moutons, faire uriner et améliorer la production de lait chez les animaux);
- coutumes (funérailles, sacrifices).

### Le système d'approvisionnement en semences

La majorité des producteurs obtiennent leurs semences à partir de leur propre production. Les semences sont obtenues généralement à partir d'un échantillon tiré au hasard de la récolte à l'exception des céréales où les semences proviennent des meilleurs épis sélectionnés au moment de la récolte. Pour les cultures maraîchères et fruitières, les semences sont en général achetées. Certains producteurs sont formés en techniques de production de semences comme c'est le cas à Tougouri pour les oignons, produisent leur propres semences. En cas de manque de semences, les producteurs achètent et/ou demandent à une tierce personne (parents, voisins, amis) qui en ont. Le système d'approvisionnement formel à partir des départements d'agriculture, du commerce et de la recherche concerne surtout les cultures maraîchères et fruitières, le niébé, le sésame, le sorgho, le mil, le maïs et l'arachide. Le taux de pénétration des semences améliorées est cependant très faible.

### Discussion et conclusion

Les résultats de l'inventaire ont montré la diversité des cultures maintenues par les producteurs vivant dans les terroirs étudiés. Il n'était pas possible de déterminer toute la diversité d'une espèce donnée compte tenu de l'ampleur du travail et du temps dont nous disposons, de la nature de la méthodologie utilisée (questionnaire) qui tendait à donner plus de considération



sur ce que les producteurs disaient sans valider ces dires sur le terrain (champs, vergés, jardins). Nous avons remarqué que dans les différents sites, les producteurs appelaient la même variété d'une espèce donnée différemment en utilisant leur propre dialecte. Dans les villages situés non loin les uns des autres comme Tougouri et Bougou, Bahn et Madougou par exemple, les noms de certaines variétés d'une culture donnée étaient similaires. Il était également difficile aux producteurs de se rappeler de tous les détails ou différences entre les variétés. Pour résoudre le problème de la diversité des cultures dans les sites DMP, des études approfondies incluant la caractérisation des variétés d'une espèce donnée doivent être réalisées. De tels travaux sont en cours pour les céréales, le niébé, le Gombo et l'arachide à Tougouri dans le cadre des activités d'autres projets du Burkina Faso.

Cette étude a montré que le coton, le riz et le tabac ont tendance à disparaître dans tous les sites. Il en est de même des variétés à l'intérieur des espèces qui ont un cycle de plus de 90 jours, des fruitiers et cultures maraîchères à Katchari. Cette perte de la diversité est directement liée à la sécheresse et au manque d'infrastructures et matériels d'irrigation. Des actions doivent être entreprises de concert avec les populations des sites en vue de promouvoir dans leur terroir les espèces menacées ayant un intérêt économique et social.

Les pratiques traditionnelles de la culture associée, le système d'approvisionnement en semences et le faible taux de pénétration des variétés améliorées sont autant de facteurs favorables pour le maintien de la diversité des cultures dans les sites. Cependant, une stratégie de collecte, de conservation et de promotion de ces ressources s'avère nécessaire.

Les résultats de notre étude montrent également que malgré le problème de la sécheresse et du manque d'eau pour l'irrigation, les producteurs savent bien maintenir et développer leurs cultures. Cela doit donc être pris en considération lorsqu'on veut formuler une stratégie de conservation des ressources phytogénétiques (de Boef 1993, Hobbelink 1994). Selon Hobbelink, la conservation *in situ* a été objectivement la base du développement de l'agriculture. La conservation *in situ* et les stratégies endogènes de développement des cultures ont des limites à cause du fait que les producteurs des zones concernées ont peu de solutions pour résoudre certaines contraintes telles la sécheresse, la pauvreté des sols, l'aménagement pour l'irrigation, les attaques d'insectes et de maladies des cultures, etc. Des séances de formation pour acquérir des bases techniques appropriées doivent être organisées. Des investissements et l'amélioration du système d'acquisition de crédit pour l'achat de bien d'équipements et d'intrants doivent être réalisés afin de venir en aide aux paysans pour mieux conserver et développer leurs ressources phytogénétiques.

### Références

- de Boef W, Amanor K, Wellard K, Bebbington KA. (eds). 1993. Cultivating knowledge, genetic diversity, farmer experimentation and crop research. Intermediate Technology publications.
- Hobbelink H. 1994. Growing diversity: international perspectives. pp. 11-17. In: Growing diversity in the field, (Einarsson P, ed.).

## Connaissances ethnobotaniques et valorisation du baobab (*Adansonia digitata*) pour la sécurité alimentaire des populations rurales au Bénin

A.E. Assogbadjo<sup>1,2</sup>, J.T. C. Codjia<sup>1</sup>, B. Sinsin<sup>1</sup>, P. Van Damme<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Abomey-Calavi, Faculty of Agronomic Sciences, Cotonou, Benin, Department of Management of Natural Resources

<sup>2</sup> University of Ghent, Faculty of Applied Biological Sciences, Ghent, Belgium

### Résumé

La présente étude sur les connaissances ethnobotaniques des populations rurales sur la valorisation du baobab a été réalisée au niveau des groupes socio-culturels et ethniques répartis dans l'ensemble des 3 zones climatiques du Bénin. Au sein de chaque localité, des enquêtes ethnobotaniques sont effectuées non seulement avec différentes classes d'âge et de sexe mais aussi avec des personnes ressources (femmes utilisatrices de l'espèce, guérisseurs traditionnels, forestiers). Ces enquêtes ont permis de ressortir les modes traditionnels d'accès aux différents organes du baobab, les utilisations alimentaires, la transformation et la conservation des produits du baobab par les populations et enfin les aspects culturels et thérapeutiques de l'espèce. Il ressort que tous les organes présents sur l'espèce (feuilles, graines, fleurs, pulpe, capsules, écorce) ont au moins une utilisation en milieu rural béninois. Ils interviennent dans l'alimentation, l'artisanat traditionnel et la médecine traditionnelle. Mieux, les populations disposent sur tous les organes du baobab des connaissances sur les technologies endogènes de transformations à des fins de commercialisation et de conservation. Enfin, il est à noter que le baobab représente pour les groupes ethniques du Bénin une valeur culturelle et une divinité.

### Introduction

La difficulté de l'agriculture africaine à résoudre ses problèmes fondamentaux constitue un défi de taille au développement rural et par extension au développement de toute l'Afrique. Ce défi se traduit actuellement par la nécessité d'une diversification de l'agriculture par la valorisation de toutes les ressources, l'amélioration du niveau de vie des femmes rurales et le développement de nouveaux systèmes de production qui permettra d'augmenter de façon durable la productivité des ressources naturelles tout en sauvegardant le capital environnemental pour les générations futures. Ceci nécessite une meilleure connaissance du potentiel des ressources naturelles disponibles et déjà intégrées dans les normes culturelles des populations rurales. Au nombre de ces ressources figure le baobab, une espèce à usage multiple très impliquée dans la vie des populations en Afrique (Sidibé et Williams 2002). L'espèce contribue déjà à l'économie des populations (Obizoba et Amaechi 1993, Addy et al. 1995, Igboeli et al. 1997) et fait l'objet de diverses utilisations médicinales (Sidibe et Williams, 2002) et alimentaires (Sidibe et al. 1996, Delisle et al. 1997, Barminas et al. 1998, Sena et al. 1998, Yazzie et al. 1994). Les études proprement dites sur le baobab au Bénin sont très récentes avec les travaux de Codjia et al. (2001). Ces travaux se sont surtout intéressés à la détermination de la composition physico-chimique partielle de certains de ses organes (pulpe, feuilles, graines). Le présent travail vise la capitalisation des connaissances endogènes des populations rurales du Bénin sur les différentes utilisations au niveau local de l'espèce pour sa meilleure valorisation au profit des paysans.

### Milieu d'étude

L'étude s'est déroulée dans différentes localités situées dans l'ensemble des zones climatiques et phytogéographiques du Bénin (Figure 1). Il s'agit des localités de la zone guinéo-congolaise située entre 6°25'N et 7°30'N, de la zone soudano-guinéenne située entre 7°30'N et 9°45'N et de la zone soudanienne située entre 9°45'N et 12° N. Ces zones se distinguent les unes des autres non seulement par des conditions environnementales particulières (le climat et ses

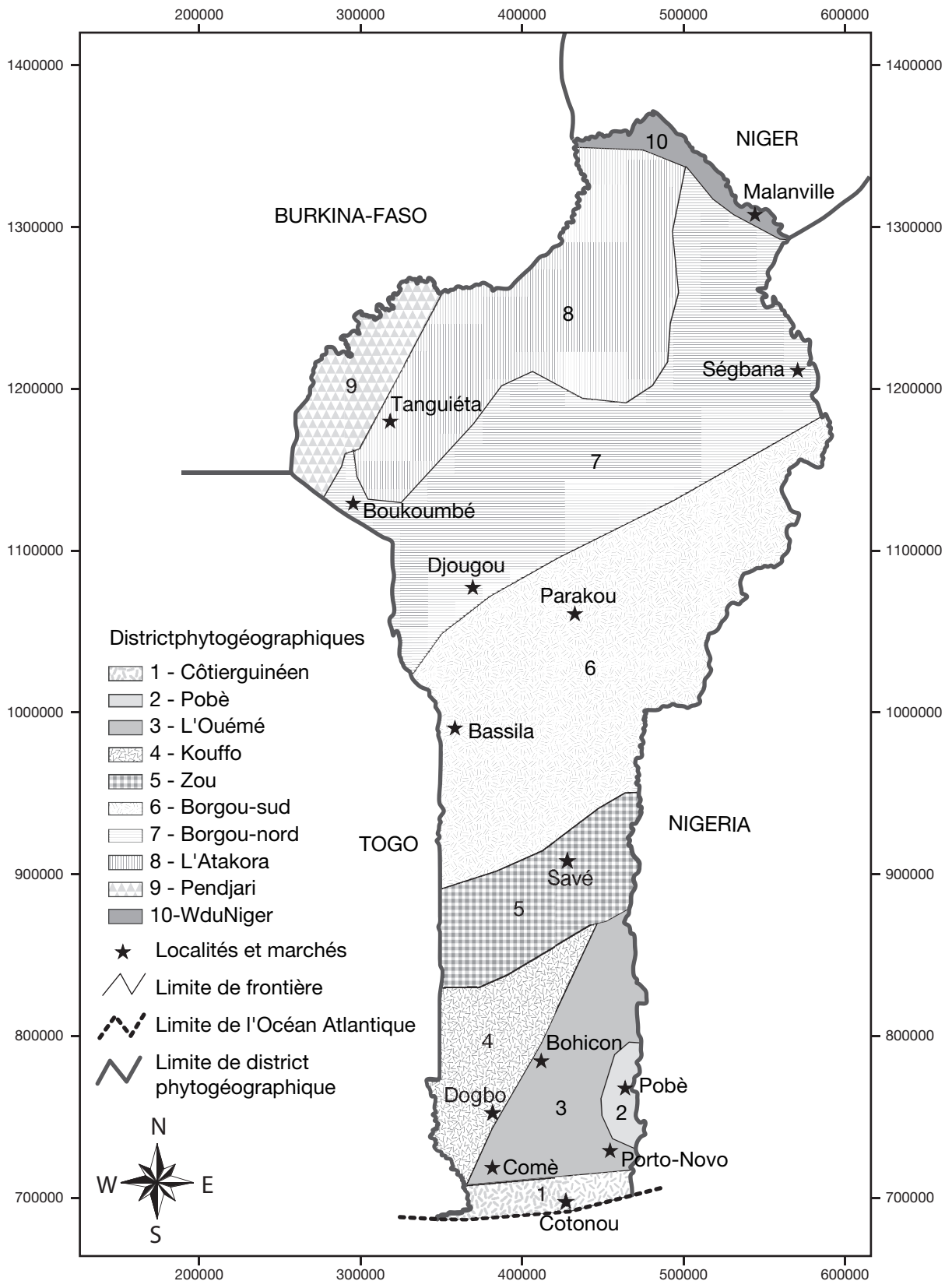


Figure 1: Zones phytogéographiques et climatiques du Bénin avec les localités d'étude

différents composants, les sols, la végétation et la faune) mais aussi par les traits humains et groupes socio-culturels variés. Ces derniers ont donné naissance à un certain nombre d'entités homogènes du point de vue linguistiques et possédant une assise territoriale. On peut citer en zone guinéenne les Adja, Wachi, Fon, Xuéda, Mina, Xwla, Aïzo, Toli, Yoruba et Goun. Dans la

zone de transition soudano-guinéenne, on rencontre les ethnies Mahi et Nago. Enfin la zone soudanienne est peuplée par les ethnies Bariba, Dendi, Monkolé, Fulbé, Senka, Hausa, Betammaribè, Waaba, Bèlbèlbè, Natimba, Yowa et Lokpa. La variabilité des groupes socio-culturels du pays induit une diversification au niveau alimentaire et au niveau des connaissances endogènes vis-à-vis de la valorisation et de la transformation des produits forestiers non ligneux. Dans ces milieux ruraux où se concentrent plus de 80% de la population béninoise, on distingue plusieurs types d'activités dont l'agriculture, l'élevage, la pêche, la chasse et l'artisanat.

## **Méthodes**

### **Echantillonnage**

Le choix des localités et des groupes ethniques est effectué à la suite d'une étude exploratoire portant sur le recensement des savoirs locaux relatifs à la caractérisation, la gestion, la conservation et l'utilisation durable des différents organes du baobab. Pour plus d'exhaustivité, les personnes âgées, les guérisseurs et les agents forestiers sont ciblés pour des enquêtes. La transformation du baobab étant principalement l'activité des femmes de même que la commercialisation, elles sont fortement représentées au niveau des personnes échantillonnées pour des enquêtes.

### **Enquêtes ethnobotaniques**

Au sein de chaque localité, des enquêtes ethnobotaniques sont effectuées avec différentes classes d'âge et de sexe. Par ailleurs, les personnes âgées, les guérisseurs et les agents forestiers ont été ciblés pour des enquêtes. Les entretiens de groupe mais aussi individuels sont effectués sur la base d'un questionnaire structuré en combinant la méthode rétrospective avec des observations directes. Ils ont permis de capitaliser les connaissances endogènes liées à l'espèce (forme d'utilisation, importance socio-culturelle de l'espèce pour les populations locales, etc.).

### **Enquêtes de consommation alimentaire**

Les enquêtes de consommations alimentaires ont été réalisées avec les populations locales à l'aide d'un questionnaire semi-structuré. Elles ont permis de ressortir les différents organes de l'arbre qui sont consommés par les populations au niveau local, les formes de consommations et les modes de préparation de ces organes en milieu paysan béninois.

## **Résultats**

### **Techniques endogènes de cueillette des feuilles et des fruits sur les individus de baobab**

Le matériel utilisé pour la récolte des fruits de baobab est un long bâton de bambou de 3 à 4 m environ au bout duquel est un petit morceau de bois long de 30 cm sous forme de crochet. Pour les feuilles, l'instrument utilisé est un coupe-coupe tranchant. Les ménages propriétaires des pieds de baobab dans les exploitations s'accordent d'abord sur le type de produit à privilégier avant la cueillette. Dans le cas où le choix est porté sur les feuilles, toutes les branches munies de feuilles sont élaguées. L'arbre est donc mis à nu, les fruits en ce moment sont rares. Si ce sont les fruits qui intéressent le plus, seules les petites branches tertiaires sont élaguées. Là on récolte une grande quantité de fruits et on perd évidemment beaucoup de feuilles. Dans la plupart des cas, ce sont les feuilles qui sont privilégiées pour des raisons d'ordre économique et alimentaire. Ainsi pour se procurer davantage de fruits, les populations se rabattent sur les peuplements naturels de baobab. Il faut noter qu'avec le traitement sylvicole (élagage des branches) appliqué aux pieds de baobab autour des habitations et dans les champs dans la partie septentrionale du Bénin, les individus présentent un aspect végétatif beaucoup plus important que ceux du boisement naturel et ceux observés dans le Sud-Bénin où les feuilles sont très peu utilisées à des fins alimentaires. Aussi la quasi-totalité des femmes ont reconnu qu'elles récoltent beaucoup plus de feuilles de meilleure qualité l'année qui suit l'élagage abusif des branches.

### **Utilisations des différents organes du baobab selon les différents groupes ethniques**

Le baobab a une grande importance alimentaire au Bénin. Tous les organes de l'arbre ont au moins un double usage notamment alimentaire et thérapeutique.

- *Les feuilles*

Les jeunes feuilles servent à préparer une sauce dénommée « tutonakankounti » en milieu « Otamari » puis « Kô Foy Tayo » en milieux Dendi et Djerma, trois groupes ethniques situés dans le septentrion au Bénin. Ces dénominations linguistiques traduisent littéralement sauce de feuilles fraîches de baobab qui accompagne la pâte de mil, de maïs ou de sorgho. Par ailleurs, ces mêmes feuilles peuvent être cueillies en grande quantité, séchées et réduites en poudre et utilisées pour préparer la sauce ordinaire de baobab. Le même procédé d'utilisation des feuilles de baobab a été observé dans les ménages Haoussa (Tchanga venus du Nigeria et Maouri en provenance du Niger) avec un intérêt beaucoup plus marqué pour la poudre verte des feuilles dont la sauce dénommée « Miya Kouka » est régulièrement mangée pour assainir l'organisme. En milieu Mokolé, on utilise aussi les feuilles comme sauce qui accompagne la pâte de maïs. En revanche, chez les Fons, Adja, Mina, Dactcha et Mahi du Sud et Centre du Bénin, les populations rurales utilisent très peu ou presque pas les feuilles de baobab pour assaisonner les sauces. Les connaissances endogènes sur l'espèce sont très peu développées dans ces milieux, l'espèce étant considérée le plus souvent dans ces milieux comme un abris pour les sorciers.

- *Les graines*

Les graines de baobab sont diversement utilisées. Elles servent prioritairement à préparer une sauce dénommée « mantofaman » en Otomari. Cette sauce est très indiquée chez les hypertendus qui voient s'améliorer très rapidement leur état de santé. Une autre utilisation des graines consiste à les décortiquer afin d'extraire l'amande qui est utilisée pour assaisonner les sauces ou pour remplacer tout simplement la viande. Les graines entrent également dans la préparation de certains produits culinaires comme ingrédients pour la sauce (moutarde ou galette) qui remplacent par moment certains bouillons ou cubes aromatisés utilisés par les femmes. Le « Mougou-mougou » en Dendi est une autre forme d'utilisation des graines sur le plan alimentaire. Les graines sont grillées, pilées et tamisées. A la poudre obtenue on ajoute des épices (sel, piment et autres condiments) ou du sucre. Ce mélange est surtout apprécié par les enfants.

- *La pulpe*

C'est la partie du baobab qui présente des usages alimentaires et médicaux multiples. Le « mutchoyan » en Otomari est une pâte acide faite avec la pulpe de baobab et la farine de céréales. L'avantage du « mutchoyan » est qu'il peut durer une semaine sans subir la putréfaction. La pulpe est également utilisée comme du lait à l'état frais qu'on dilue dans de la bouillie ou la boule de mil chez les Dendi, Haoussa et Djerma. En milieu Dendi, ce mélange est surtout servi au cours des cérémonies de funérailles des vieillards d'un certain âge (70 à 80 ans); il sert à désaltérer les gens à leur retour du cimetière. La pulpe est aussi utilisée dans le caillage de lait au niveau des campements Peulh pour en augmenter la quantité et l'écouler par la suite dans les marchés environnants. Ce lait dénommé « Houra » chez les Haoussa et « Donou » chez les Djerma est très apprécié par ces groupes ethniques. Cette même pulpe mélangée à la farine de mil, ou de sorgho sert à préparer une bouillie dénommée « K koumandi » qui est très consommée en période de crise alimentaire. Ce procédé permet d'augmenter non seulement la qualité de la bouillie grâce à la pulpe qui est riche en éléments nutritifs, mais aussi la quantité pour que cela suffise à tous les membres de la famille. Le fruit de baobab débarrassé de son pédoncule, est nettoyé et percé à sa partie supérieure au point d'attache du pédoncule, on introduit une quantité appréciable d'eau et on agite fortement. On obtient ainsi un jus concentré très agréable à boire appelé « Kô ba you » chez les ethnies Djerma et Dendi, que les jeunes gens consomment pendant la récolte du coton. La pulpe est aussi utilisée dans le laitage; les petites entreprises traditionnelles de fabrication de produits laitiers (à Malanville et Gaya au Niger) mettent sur les marchés et en destination des villages périphériques une gamme de produits fabriqués à base de pulpe à savoir: Solani (lait caillé sucré), yaourt, sucettes, etc. Dans la partie Sud du Bénin, la pulpe est essentiellement utilisée par les enfants et jeunes comme collation. Il n'existe quasiment pas de technologies endogènes développées pour valoriser cette partie noble de l'espèce.



- *Autres utilisations des graines et de feuilles*

En plus de leur apport dans l'alimentation des populations, les feuilles et les graines jouent un rôle important dans les usages technologiques notamment dans le domaine de l'architecture. Ainsi les feuilles séchées et réduites en poudre sont mélangées à la gomme arabique et au calcaire et le tout est utilisé pour crépir les chambres en remplacement du ciment. A titre d'exemple 50 kg de poudre de feuilles sont utilisés pour le crépissage d'une chambre de 4 m<sup>2</sup>. Les femmes en particulier celles de l'ethnie « Mokolé » utilisent les graines de baobab qu'elles mélangent à de petites pierres et du banco pour damer les salons des chambres. Pour un salon de 4 m<sup>2</sup>, 30 kg de graines sont utilisés. Ces différents types d'usages technologiques s'observent surtout dans la partie Ouest de la Commune de Malanville au niveau des villages de Kantro et Toumboutou dans le Nord-Bénin.

- *La capsule*

Il faut noter que la capsule du baobab est utilisée pour fabriquer de la potasse de qualité qui est utilisée pour traiter l'indigestion et la nausée. Mieux, en milieu Datcha (Centre-Bénin), les capsules sont utilisées pour fabriquer du savon. La technologie consiste à écraser les capsules et à les bouillir dans de l'eau. Au fur et à mesure de la cuisson, on ajoute de l'huile de palmiste ou de l'huile rouge ce qui conduit à une saponification et par la suite à l'obtention du savon noir mis en boule et commercialisé localement sur les marchés.

### Technologies traditionnelles de conservation et de transformation des organes de baobab

Les connaissances endogènes relatives à la transformation des ressources alimentaires forestières, représentent un créneau porteur qu'il faut prendre en considération dans l'optique de valoriser les produits et sous-produits offerts par ces ressources et d'assurer surtout une gestion durable et soutenue de nos écosystèmes déjà fragiles. En effet, les femmes rurales s'activent avec intérêt par la mise en œuvre d'une gamme de technologies de transformation des organes de baobab en vue de leur consommation immédiate ou dans le but de les conserver pour une utilisation dans le temps (Figures 2, 3, 4 et 5).

La moutarde et la galette à base des graines de baobab sont des produits utilisés dans la consommation familiale. Pour un ménage de 6 à 8 personnes et pour trois préparations, on utilise 2 kg de graines pour la fabrication de la moutarde. La figure 1 reprend les différentes étapes de cette fabrication. Par ailleurs, pour la fabrication du « mougou-mougou », un concentré des graines utilisés comme condiment pour assaisonner la sauce, il faut pour un ménage de 6 à 8 personnes et dans le cadre strict d'une consommation familiale, une quantité de 1 kg de graines est utilisée. La figure 3 reprend les différentes étapes de cette fabrication. Enfin, les figures 4 et 5 indiquent respectivement le processus d'extraction de la pulpe du baobab et des feuilles en milieu paysan.

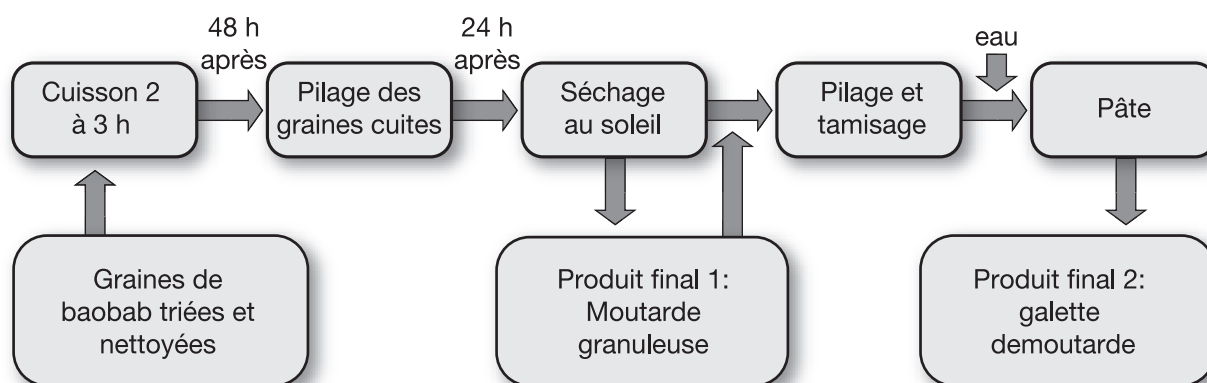


Figure 2: Diagramme de fabrication de la moutarde à partir des graines du baobab

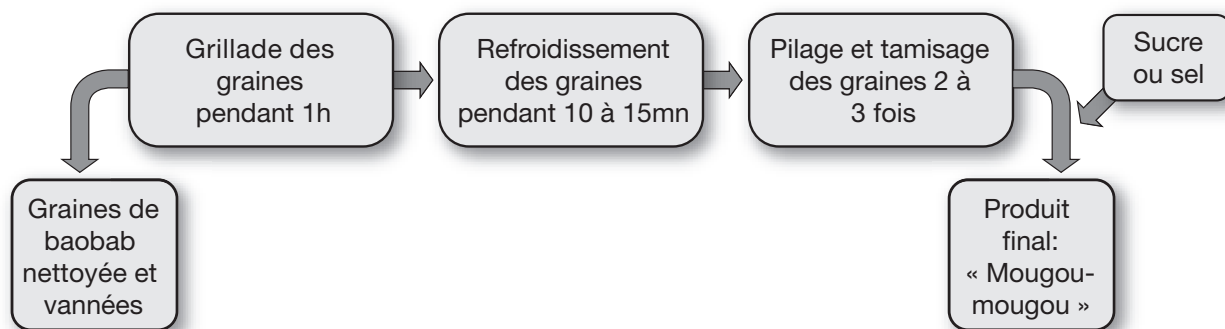


Figure 3: Diagramme de fabrication de « mougou-mougou »

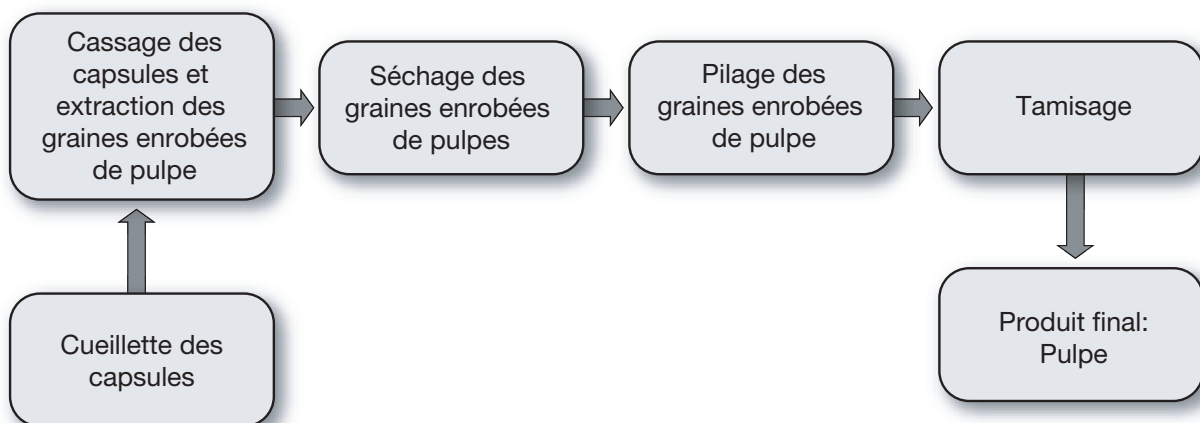


Figure 4: Diagramme d'extraction de la pulpe de baobab à partir des capsules



Figure 5: Diagramme de transformation des feuilles de baobab

### Méthodes de conservation des feuilles et de la pulpe

Les procédés de conservation des produits de baobab sont du type traditionnel. Les feuilles et les graines enrobées de pulpe sont correctement séchées au soleil et introduites dans des sacs et entreposées dans un coin de la chambre à coucher où dans les greniers. Si la conservation doit durer six mois à un an ou plus, des précautions sont à prendre: ouvrir les sacs pour contrôler l'état du produit et laisser sécher pendant 24 h au soleil avant de le retourner dans le sac pour être conservé à nouveau. Cette opération doit se répéter une à deux fois dans le mois si l'on veut maintenir le produit régulièrement sec. La pulpe et la poudre des feuilles sont conservées par le même procédé lorsque la quantité est importante. Sinon la conservation est faite dans les tasses et les grosses boîtes de lait qui restent bien fermées sauf au cas où l'on voudrait utiliser le produit.

### Utilisation thérapeutique des organes de baobab

Le baobab est un arbre aux innombrables usages thérapeutiques et aux multiples vertus. Chaque partie de l'arbre (racine, pulpe, écorce, feuille, fleurs et autres organes) est utilisée de façon traditionnelle, seule ou en association avec d'autres espèces végétales, par les populations rurales dans le traitement d'au moins une maladie (Tableaux 1 et 2). En effet, les populations locales disposent des connaissances endogènes accumulées depuis des siècles sur les différentes utilisations des organes du baobab dans la médecine traditionnelle africaine. Les informations mentionnées dans les tableaux 1 et 2 sont exclusivement les données recueillies auprès des populations locales.

### Les valeurs symboliques et culturelles du baobab au Bénin

En dehors des utilisations thérapeutiques et alimentaires, le baobab est présenté comme un arbre fétiche, sacré, déifié et plein de mystères qui fait l'objet de culte et qui est hautement valorisé et respecté par les populations rurales. En effet, la représentation mythique et religieuse ainsi que les différentes valeurs culturelles attribuées au baobab sont reconnues comme telles par l'ensemble des groupes ethniques du Bénin, notamment les Fon du Sud qui entourent l'espèce d'un grand mythe. Pour ces derniers, tous les pieds de baobab servent d'abris aux mauvais esprits et par conséquent font le plus souvent l'objet d'une méfiance. Ceci explique d'ailleurs l'insuffisance des connaissances endogènes par les populations de cette localité du Bénin par rapport aux autres localités de la partie septentrionale où l'espèce est parfois liée à la vie de certaines couches socio-culturelle. En milieu Otamari, le caractère divin ou non de l'arbre n'est révélé que par la consultation du « fa » qui précise le sacrifice correspondant qui varie en fonction des arbres. Parfois le caractère divin du baobab se révèle au propriétaire qui va consulter le « fa » à la suite d'un malaise ou d'un événement fâcheux dans la maison. Tous les baobabs ne sont donc pas des divinités. Ceux qui le sont se matérialisent par des morceaux de bois de *Diospyros mespiliformis* ou de *Gardenia erubescens* et /ou des morceaux de pierres. Chez les Dendi et Djerma (Nord-Bénin), les populations organisent chaque année un rituel autour des pieds de baobab sacrés, en début de la campagne agricole pour invoquer les dieux de la pluie. En milieu Otamari, au début de chaque saison de travaux champêtres, une partie des semences est présentée à ces baobabs divins pour demander leur clémence afin que la saison soit bonne. Ce même rituel est organisé lorsque les populations se trouvent dans des situations extrêmement difficiles (épidémies de maladies, sécheresse ou un malheur quelconque). A la fin de la cérémonie, un sacrifice est fait, en immolant à l'arbre un mouton blanc qu'on égorge ou un chien noir ou encore une vache noire. Chez les Djerma, chaque guérisseur traditionnel a son pied de baobab fétiche où il fait régulièrement ses consultations. Le baobab intervient également dans les cérémonies de mariages et de baptêmes. Ainsi la pulpe et les feuilles de baobab sont souvent utilisées pour la préparation des différents mets à servir aux invités lors des cérémonies. En milieu Tchanga, après le décès des personnes très âgées c'est toute la grande famille qui doit se laver pendant une semaine avec une décoction de l'écorce de baobab pour conjurer les mauvais esprits. La culture Otamari accorde aussi une place de choix au baobab dans bon nombre de cérémonies traditionnelles. Le « Dikou » est une cérémonie d'enlèvement de deuil au cours de laquelle un morceau de branche de baobab bien emballé représente le défunt. Ce morceau de branche qui sera enterré reçoit les mêmes honneurs que le corps du défunt. Aussi, les cérémonies d'initiation du jeune Otamari (Difôni) et de la jeune Otamari (Dikountri) ont aussi lieu au pied d'un baobab. Il faut préciser que ces deux cérémonies d'initiation sont des fêtes très importantes dans la tradition Otamari.

### Discussion

Les multiples utilisations des différents organes du baobab ne sont plus à démontrer. En dehors de celles signalées au Bénin, le baobab présente d'autres utilisations indiquées par d'autres auteurs de par le monde. Très récemment, les diverses utilisations traditionnelles des organes du baobab ont été récapitulées par Dweck (1997). Ainsi, la poudre des feuilles, la pulpe et les graines sont utilisées par les populations rurales dans les traitements de l'asthme, la fatigue,

Tableau 1: Vertus et utilisations thérapeutiques des organes de baobab en milieu paysans au Bénin

Organes utilisés	Vertus	Posologie ou mode d'emploi	Méthode de fabrication	Remarque/contre indication
Feuille (poudre)	Hémorroïdes (internes)	3 cuillerées à soupe dans un quart de litre d'eau à consommer en une seule prise et à répéter pendant 3 jours dans la semaine	Battre correctement le mélange jusqu'à obtention d'un mélange homogène, concentré et gluant qu'on donne à boire au patient	Le traitement est long, il peut durer plusieurs semaines, voire plusieurs mois en fonction de l'ampleur de la maladie. Selles pâteuses, bourdonnements dans le ventre pendant quelques heures.
Ecorce fraîche	Plaie de circoncision	Asperger chaque jour et pendant une semaine la plaie avec le substrat obtenu après écrasement de l'écorce	Ecrasement dans une petite quantité d'eau de l'écorce fraîche jusqu'à l'obtention d'un substrat	Au bout de 7 jours on obtient la cicatrisation de la plaie. La plaie doit être laissée en contact de l'air.
Ecorce	Développement de l'organisme à l'allure du Baobab	3 poignées du produit mélangé à l'alimentation de l'animal (régulièrement)	Ecorce de baobab mélangée à celle du <i>Poupartia birrea</i> le tout réduit en poudre	Chez le bœuf on observe un développement extraordinaire du la bosse
Poudre des feuilles	Constipation des bœufs	1 litre de mélange administré à l'aide d'un tuyau. A répéter le lendemain.	1/2 kg de poudre dans 2 litres d'eau, à battre fortement jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène concentré.	Après deux utilisations l'animal retrouve sa forme
	Constipation chez les personnes	3 cuillerées à soupe dans un quart de litre d'eau à consommer en une seule prise	Battre correctement la solution jusqu'à obtention d'un mélange homogène, concentré et gluant qu'on donne à boire au patient	On est décongestivé dans les deux à trois heures. Selles pâteuses et bourdonnement dans le ventre pendant quelques heures.
Vieille coque de fruit calcinée réduite en poudre	Traitement des dermatoses	Appliquer régulièrement le mélange sur toutes les parties couvertes par les dermatoses	3 pincées de la poudre mélangée au beurre de vache.	Au bout de quelques jours (variables) on constate la disparition des dermatoses
Vieille coque de fruit calcinée réduite en poudre	Plaies incurables	Laver soigneusement la plaie et la couvrir avec une à deux pincées de la poudre. Chaque pansement doit durer 2 à 3 jours avant d'être nettoyé.	Calcinée la coque, l'écraser et la réduire en poudre	Si la plaie n'est pas très profonde, la cicatrisation est obtenue en quelques jours

Tableau 1: (cont.)

Organes utilisés	Vertus	Posologie ou mode d'emploi	Méthode de fabrication	Remarque/contre indication
	Traitement de panaris	Le mélange obtenu dans le cadre de traitement des dermatoses est utilisé pour recouvrir le doigt atteint. Faire 7 à 10 applications à raison d'une application/jour.	3 pincées de la poudre de vieille coque calcinée à mélanger avec du beurre de vache pour obtenir un mélange pâteux	Après 7 applications les douleurs sont entièrement atténuées.
	Traitement de la teigne et de déparasitage externe des animaux	Appliquer régulièrement le mélange jusqu'à disparition des boutons ou des parasites	Ecraser la coque calcinée pour obtenir de la poudre qu'on mélange avec du beurre de vache pour obtenir un mélange pâteux	Raser des poils et appliquer le mélange pâteux sur tout le corps de l'animal
Amande des graines	Pour calmer le Hoquet	Une cuillerée à café du produit diluée dans un verre de l'eau ou de lait	Ecraser l'amande des graines et servir dans un liquide (eau/lait)	Utiliser surtout pour les enfants
Pulpe	Aphrodisiaque	1 cuillerée à café dans un verre de lait ou une tasse de bouillie à consommer à volonté	Pulpe de baobab mélangée à la poudre et <i>Euphorbia forskalii</i>	Augmente la quantité de sperme. Conseiller seulement pour les adultes.
Racines	Reconstitue la virginité d'une jeune fille	-	-	Vertu utilisée en milieu Tehanga pour éviter à la famille la honte. En donnant en mariage une fille déviergée.



Tableau 2: Autres utilisations thérapeutiques des organes de baobab signalées au niveau paysan sans une posologie formelle

Parties du baobab	Maladies traitées ou vertus
Pulpe	Maux de ventre, ulcère, perte de virilité, tonifiant et stimulant, convalescence, paludisme, inappétence, diarrhée, rhume ou toux, grippe, purge, aphrodisiaque, hémorroïde
Graine	Toux, maux de ventre, hypertension artérielle
Feuille	Anémie, stimulant et tonifiant, perte de virilité, hémorroïde, aphrodisiaque, asthme, dentition chez le nourrisson
Ecorce	Diarrhée, plaies incurables et béantes, maux de dents, brûlure, vigueur chez le bébé
Racine	Epilepsie (racine associée à d'autres feuilles) croissance normale et protection des bébés
Poils urticants de la capsule	Maux de ventre intense fréquents chez les nourrissons
Fleurs	Facilite l'expulsion rapide du fœtus lors de l'accouchement chez la femme
Capsule	Indigestion, nausée, plaies

des otites, des plaies incurables et dans la régulation de la tension artérielle. Dans la médecine traditionnelle indienne, les écorces sont utilisées comme antipyrétique et la pulpe contre la diarrhée et la dysenterie (Sidibé et Williams 2002). Par ailleurs, Adesanya et al. (1988) ont signalé l'utilisation de l'écorce contre l'anémie au Nigeria. En Afrique de l'Est, Wickens (1982) a démontré la présence dans l'écorce, la pulpe et les graines des antidotes contre les poisons occasionnés par *Strophantus* sp. Par ailleurs, Andrianaivo-rafehivola et al. (1995) ont démontré l'efficacité de l'huile extraite des graines de baobab dans la lutte contre les maladies du foie. (Baumer 1995) a signalé l'exportation de la pulpe du Soudan vers les industries pharmaceutiques britanniques qui l'utilisent dans la fabrication de produits anti-inflammatoire. L'ensemble de ces utilisations reconnues à l'espèce serait évidemment dû à la richesse de ses différents organes en composantes nutritives et en antibiotiques. En effet, il a été noté dans les différents organes de l'espèce la présence des alcaloïdes, des tannins, des flavonoïdes, des stérols, des coumarines, et des saponosides (Ramadan et al. 1993, Codjia et al. 2001, Sidibé et Williams 2002). Il s'agit des substances organiques azotées et basiques douées de propriétés physiologiques entretenant le système nerveux et la moelle épinière (alcaloïdes) ou qui sont des toniques veineuses ayant des propriétés antispasmodiques, anti-ulcéreux et anti-inflammatoire (flavonoïdes) ou encore qui sont des substances poly-phénoliques qui se combinent aux protéines de la peau pour la rendre imputrescible (tanins). La présence de l'adansonine ( $C_{48}H_{36}O_{33}$ ) dans l'écorce justifie son utilisation contre la malaria et les autres fièvres (Sidibé et Williams 2002). La teneur très élevée en fer aussi bien dans les feuilles que dans les graines, de l'ordre de 29,3% de la matière sèche (Codjia et al. 2001), justifie les raisons pour lesquelles elles sont indiquées dans le traitement de l'anémie car le fer a la propriété de fixer l'hémoglobine empêchant ainsi l'anémie. Les graines quant à elles, contiennent non seulement des teneurs élevées en protéines de l'ordre de 33,88% et en lipides de l'ordre de 28,28% (Codjia et al., 2001) mais aussi des acides aminés essentiels à des taux qui supportent les recommandations établies pour les êtres humains par la FAO (Yazzie et al. 1994). Ces fortes teneurs des graines en protéines et en acides-aminés essentiels justifient leur utilisation pour la croissance des enfants et expliquent leur utilisation au niveau local dans la fabrication des concentrés de protéines: le « mougou-mougou » en milieu Dendi au Bénin par exemple. Aussi, les valeurs énergétiques très élevées de la pulpe de l'ordre de 1180-1900 KJ/100g (Becker 1983), justifient les raisons pour lesquelles les populations locales l'utilisent dans la fabrication des boissons énergétiques et rafraîchissantes.

Par ailleurs, les valeurs culturelles et mythologiques du baobab sont également signalées au Sénégal, au Mali, au Burkina-Faso et au Niger (Sidibé et Williams 2002). Chez les Dogons au Sénégal, le baobab s'intègre à la vie et à la mort. A Bandiagara, en pays Dogon, c'est un mode

de sépulture réservé aux lépreux. On choisit le baobab creux, avec une ouverture de préférence tournée vers le haut. La dépouille est fixée sur un brancard, glissée à l'intérieur et l'ouverture scellée avec de l'argile et de la paille. En fait, l'utilisation de ce type de sépulture est bien une conséquence de la peur de la maladie. Un cadavre de lépreux en terre risque d'amener une pluviosité insuffisante, sans compter la souillure du sol pendant des années, et donc des céréales, des fruits, des mares. Baumer (1995) indique que le baobab est très important dans la culture sahélienne en général si bien qu'il existe encore des villages complètement enfouis dans des peuplements denses de baobabs entourant défensivement ces villages. C'est le cas également dans les régions septentrionales du Bénin qui partagent avec ces régions sahéliennes des populations qui historiquement sont les mêmes. Mais d'après Sène (1985), dans les pays pauvres d'Afrique où subsistent encore à l'état naturel ces ressources biologiques, aucun plan d'aménagement n'est développé à l'endroit de ces ressources. Pire, il n'existe pratiquement pas de politique adéquate de mise en filière de ces ressources. Depuis très longtemps, ces ressources phytogénétiques d'une importance capitale pour les populations locales n'ont pas bénéficié d'une attention de la part des décideurs politiques, des aménagistes, des gestionnaires et des scientifiques. Souvent, les préjugés des décideurs politiques et des populations des villes en général favorisent les produits de type occidental au détriment des produits locaux. Ces derniers sont soit socialement inacceptables, soit considérés comme technologiquement inférieures parce qu'ils ont été utilisés par les populations ancestrales non avancées (Sène 1985). Or selon plusieurs études, la production de ces non-ligneux pourrait même, dans certaines forêts être à terme plus rentable que la conversion de la forêt en pâturages ou en terres agricoles (Hecht et Schwartzman 1988, Peters 1990). Mieux, les populations rurales africaines notamment les femmes rurales disposent sur ces ressources des savoirs accumulés depuis des millénaires. Ceci est mis en évidence par les technologies endogènes développées par les populations rurales de la partie septentrionale du Bénin en ce qui concerne la transformation des organes du baobab. Ce sont des preuves qui témoignent d'une parcelle du génie du peuple noir à valoriser ses ressources naturelles à des fins d'usage multiple. Mais, ces technologies endogènes développées par les populations rurales semblent être culturelles. Historiquement, les Otammari ou Betammaribè constituent avec les Besorubè un grand groupe socio-culturel connu sous le nom de « Somba ». Mercier (1968) rapporte de nombreuses sens étymologiques liés à ce groupe ethnique dont l'un très révélateurs fait des « Somba » les « hommes du baobab » parce qu'ils en consomment la farine.

### **Conclusion**

En définitive, le baobab est une ressource à usage multiple au Bénin sur laquelle les populations rurales disposent d'énormes connaissances du point de vue alimentaire, médicinal et culturel. Dans le contexte actuel de la diversification des filières agricoles pour l'amélioration des conditions de vie des populations rurales et pour la résolution des problèmes d'insécurité alimentaire, il urge de s'appuyer sur les connaissances endogènes des populations sur ces ressources à potentialité économique afin de mieux les valoriser au profit des paysans. Ceci passera nécessairement par une prise de conscience des gestionnaires, des décideurs politiques, des scientifiques et des bailleurs de fonds sur les potentialités qu'offrent ces ressources pour les populations rurales pauvres. Cette prise de conscience est déterminante pour la prise en compte des ressources forestières alimentaires en général et le baobab en particulier dans les grands programmes nationaux d'aménagement forestier. Ceci induira évidemment une amélioration des conditions de vie des populations rurales pauvres n'ayant que comme richesse ces ressources locales.

### **Références**

- Addy EOH, Salami LI, Igboeli LC, Remawa HS. 1995. Effect of processing on nutrient composition and anti-nutritive substances of African locust bean (*Parkia filicoidea*) and baobab seed (*Adansonia digitata*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 48(2): 113-117.
- Adesanya SA, Idowu TB, Elujoba AA. 1988. Antisickling activity of *Adansonia digitata*. *Planta medica* 54 (4): 374.

- Andrianaivo-Rafehivola AA, Siess MH, Gaydou EM. 1995. Modifications of hepatic drug metabolizing enzyme activities in rats fed baobab seed oil containing cyclopropanoid fatty acids. *Food and Chemical Toxicology*, 33(5): 377-382.
- Barminas JT, Carles M, Emmanuel D. 1998. Mineral composition of non-conventional leafy vegetables. *Plant Foods for Human Nutrition*, 53(1): 29-36.
- Baumer M. 1995. Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique Occidentale. Ed. Enda. Dakar. pp 13; 22-25. ISBN 92-9130-006-3
- Becker B. 1983. The contribution of wild plants to human nutrition in the Ferlo (Northern Senegal). *Agroforestry Systems*, 1: 257-267.
- Codjia JTC, Fonton-Kiki B, Assogbadjo AE, Ekué MRM. 2000. Le baobab (*Adansonia digitata*), une espèce à usage multiple au Bénin. CECODI /CBDD/ Veco/ SNV/ FSA. 47pp. ISBN 99919-953-0-7
- Delisle H, Bakari S, Gevry G, Picard C, Ferland G. 1997. Provitamin A content of traditional green leaves from Niger. Original Title: Teneur en provitamine A de feuilles vertes traditionnelles du Niger. *Cahiers Agricultures*, 6(8): 553-560.
- Dweck AC. 1997. Ethnobotanical use of plants. Part 2, Africa. *Cosmetics and Toiletries*, 112: 4.
- Hecht S, Schwartzman S. 1988. The good, and the ugly: extraction colonist agriculture and livestock in comparative economic perspective. These. Los Angeles, Calif. Graduate school of Architecture and Urban Planning, UCLA.
- Igboeli LC, Addy EOH, Salami LI. 1997. Effects of some processing techniques on the antinutrient contents of baobab seeds (*Adansonia digitata*). *Bioresource Technology*, 59(1): 29-31.
- Mercier. 1968. Tradition, changement, histoire. Les « Somba » du Dahomey Septentrional. Eds Anthropos, Paris; 538 pp.
- Obizoba IC, Amaechi NA. 1993. The effect of processing methods on the chemical composition of baobab (*Adansonia digitata* L) pulp and seed. *Ecology of Food and Nutrition*, 29(3): 199-205.
- Peters C. 1990. Valuation of an Amazonian rainforest. *Nature*, 339: 655-656.
- Ramadan A, Harraz FM, El Mougy SA. 1994. Anti-inflammatory, analgesic and antipyretic effects of the fruit pulp of *Adansonia digitata*. *Fitoterapia*, 65(5): 418-422.
- Sena LP, Vanderjagt DJ, Rivera C, Tsin ATC, Muhamadu I, Mahamadou O, Millson M, Pastuszyn A, Glew RH. 1998. Analysis of nutritional components of eight famine foods of the Republic of Niger. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52(1): 17-30.
- Sène EH. 1985. Arbres, production alimentaire et lutte contre la désertification. *Unasylva* 37, 150: 19-26.
- Sidibe M, Scheuring JF, Tembely D, Sidibe MM, Hofman P, Frigg M. 1996. Baobab - home-grown vitamin C for Africa. *Agroforestry Today*, 8(2): 13-15.
- Sidibe M, Williams JT. 2002. Baobab. *Adansonia digitata*. International Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK. P. 100. ISBN 0854327762.
- Wickens GE. 1982. The baobab –Africa's upside-down tree. *Kew Bulletin*, 37: 173-209.
- Yazzie D, VanderJagt DJ, Pastuszyn A, Okolo A, Glew RHH. 1994. The amino acid and mineral content of baobab (*Adansonia digitata* L.) leaves. *Journal of Food Composition and Analysis*, 7(3): 189-193.

*Ex situ* conservation and genetic enhancement**Progress on the conservation of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) germplasm**S.A. Ajayi<sup>1</sup>, P. Berjak<sup>2</sup>, J.I. Kioko<sup>2</sup>, M.E. Dullo<sup>3</sup>, R.S. Vodouhe<sup>4</sup><sup>1</sup> Seed Science Lab., Department of Plant Science, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria<sup>2</sup> Plant Cell Biology Research Unit, School of Life and Environmental Sciences, University of KwaZulu-Natal, Durban, South Africa<sup>3</sup> Bioversity International<sup>7</sup>, Rome, Italy<sup>4</sup> Bioversity International, West and Central Africa Office, Cotonou, Benin**Abstract**

Narrow and rapid loss of natural diversity, non-distinguishable plant sex before flowering and desiccation-sensitive-seeds are some of the constraints limiting the exploitation of the nutritional and industrial potentials of the fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. f.), a multi-purpose leafy vegetable indigenous to southeast Nigeria. To accelerate conservation of germplasm and encourage continuous utilization of this crop, therefore, objectives of these investigations are:

- To identify the sex, by determining seed and seedling makers for sexual differentiation;
- To extend the short- to medium-term storage potential of seeds by suitable pre-treatments;
- To develop tissue culture protocols for plantlet regeneration and rooting of vine cuttings;
- To develop protocols for cryopreservation of the germplasm.

Results from the on-going experiments indicate that the pattern of the first two leaves may be a useful indicator of sex, during early seedling development. *In vitro* growth of excised embryonic axes was better on full- than half-strength MS medium on the one hand and with parts of cotyledon than without, on the other hand. Root growth was normal and proportional to shoot growth when embryonic axes were cultured with little or no cotyledonous tissues, but when axes were cultured with substantial cotyledon segments, root growth was retarded compared to shoot growth.

**Introduction**

The fluted pumpkin, *Telfairia occidentalis* is a popular nutritional and medicinal plant. It is an important income-earner for many subsistence households because of the all-year-round demand for the vegetative parts and fruits. In southern Nigeria, there are exclusive markets for fluted pumpkin fruits where mobile traders offer the fruits for sale, sometimes directly to consumers but principally to sedentary retailers. Mobile traders, traditionally called 'alajapa', are always on the road to farm settlements and villages, up to 300 km from the market, buying all kinds of farm produce, including fluted pumpkin leaves and fruits that are transported to urban centres or produce-specific markets. This growing demand has made fluted pumpkin to be prominent as one of farmers' regular and high income-earning crops. Unlike the past when fluted pumpkin was regarded as a woman's plant and cultivated mostly in home gardens, sole cropping and total acreage of *T. occidentalis* is increasing, extending from forest to savannah ecologies across West Africa (Obiagwu and Odiaka 1995).

There is, however, comparatively little knowledge about the biology of the plant relative to its high utility value. Many constraints, amenable to research but neglected, have become practical problems for extensive and productive cultivation of fluted pumpkin (Schippers 2000). Genetic diversity is narrow and localized. Fluted pumpkin is not found in the wild which, coupled with its cultivation in backyards for many decades, (Okoli and Mgbeogu 1983; Akoroda 1990), has contributed to the rapid loss of diversity and restriction of genetic recombination between the yet uncharacterized morpho- and eco-types. Despite early detection and warning



signals on the potential destructiveness of the *Telfairia* mosaic virus (Nwauzo and Brown 1975), the seed-transmitted disease is currently spreading and decimating plant productivity and cultivation through flower abortion and seedlessness (Schippers 2000).

Though perennial, fluted pumpkin is cultivated as an annual crop. Farmers prefer to plant fresh seeds to ensure having a crop and because of the general belief, though not proven, that the second and subsequent *Telfairia* crops are not as productive as the first. However, competition for seeds between the requirement for planting and an all-year round demand for consumption is high. The seeds cannot tolerate air-dry storage for more than a few weeks (Ajayi 2004), but there is a 4-5 months off-season between fruit harvesting and the next planting, when seeds must be stored. The traditional storage technique involves retaining the seeds inside fruits that are kept in cool conditions, but even under these conditions, it is difficult to prevent germination of the desiccation-sensitive seeds, rendering them useless for planting and undesirable for consumption. It is, therefore, economical for farmers to sell fruits for human consumption rather than to keep them for later planting and this creates a serious lack of seeds for sexual propagation. Additionally, the plants do not regenerate from vine cuttings (asexual propagation).

Farmers prefer to raise female plants because these, compared with male plants, have luxuriant and vigorous growth, yielding more leaves and shoots for commercial purposes. However, it is not possible to predict the sex of the plant that will develop from any one seed or the seedlings until plants start flowering, about 4-5 months after planting (Akoroda et al. 1990).

In recognition that fluted pumpkin is endangered, Bioversity International awarded a Vavilov-Frankel Fellowship in 2002 to support investigations on 'Sexual identification, seed handling and cryostorage of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. f.) germplasm'. The objectives of the investigations were:

1. To extend the short- to medium-term storage potential of seeds by suitable pre-treatments;
2. To identify seedling makers for sexual differentiation;
3. To develop tissue culture protocols for plantlet regeneration and rooting of vine cuttings; and
4. To attempt cryopreservation of the germplasm.

### **Progress to date**

**Seeds and ethnobotanical information:** Fruits used for this study were purchased around Ikorodu, a major *T. occidentalis* cultivation and marketing area in Lagos State, Nigeria. Seeds were extracted and freighted to South Africa within 24 hours. There were two major morphological seed types- purple/black and light-brown (Figure 1). Within fruits, purple/

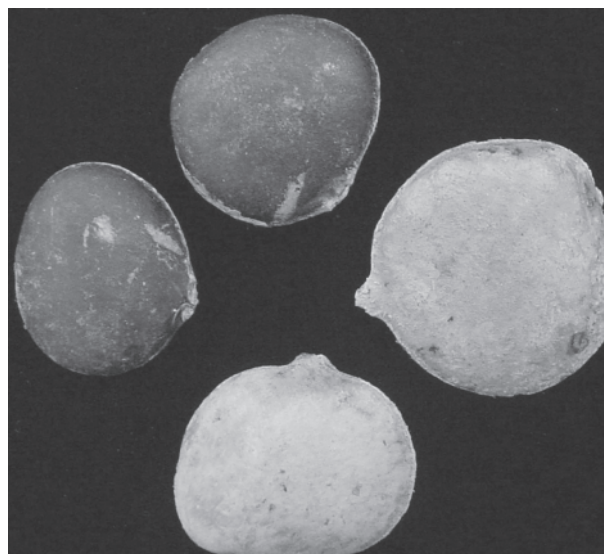


Figure 1: Morphological variation in *T. occidentalis* seed colour



black seeds were enmeshed in white to light-yellow spongy maternal tissues while yellow seeds were enmeshed in reddish-yellow tissues. Some farmers claimed that the colour of the seed coat and of the surrounding maternal tissues are a function.

According to an Ibo female farmer and a mobile trader of fluted-pumpkin fruit, the black-seeded variant is known as “*yoruba-ugu*” (*Yoruba* is the main ethnic group in Southwest Nigeria where Lagos is located and *ugu* is a prominent local name for the species), while the yellow-seeded type is known as “*ibo-ugu*”, Ibo being the main ethnic group in Southeast Nigeria from where *T. occidentalis* is believed to have originated (Akoroda 1990). According to the farmer, *yoruba-ugu* produces more male than female plants while *ibo-ugu* produces more female plants, has more, and comparatively larger leaves. Although a mature *ibo-ugu* fruit is about half to one-third the size of a mature *yoruba-ugu*, *ibo-ugu* is more expensive in the market, as was the case when fruits for this study were purchased. The yellow-seeded fruits, however, contained up to twice as many seeds and there was far less surrounding maternal tissues, suggesting that there is need to collect and characterize fluted pumpkin germplasm to identify useful agronomic traits.

**Seedling morphology:** Young fluted pumpkin seedlings exhibited wide morphological variations. Based on phyllotaxy at the first 4-5 nodes, three forms were distinguishable:

- Form I: opposite leaves, short internodes, fast growth and elongation, seedlings were more vigorous and robust than those of the other two groups
- Form II: comparatively smaller and alternate leaves, slimmer vines, long internodes, slower growth and elongation
- Form III: morphologically similar seedlings to form I but leaf arrangement was more opposite than alternate although dissimilar to either of the other two forms.

Different patterns of tendril formation were also observed within each form. Some seedlings had tendrils from the second or third node while others had no tendril in the first five nodes. Detailed observations are being recorded on individual plants to identify correlation with sex when the plants begin flowering.

**Desiccation sensitivity and drying characteristics:** Fluted pumpkin seeds have been classified as recalcitrant (Akoroda 1986) but the information on which this classification was based has limited usage for developing suitable protocols for extending storage potential and for cryopreservation. Therefore, embryonic axes were excised, dried using two methods and cultured to determine the extent to which the axis can tolerate desiccation; this is a necessary prerequisite for cryostorage. Axes were (i) dried with a stream of dry air over silica gel in a flash dryer for 2 hours and sampled at 15 min intervals (fast drying), and (ii) placed over a static system of saturated barium chloride solution in a hermetically-sealed plastic container at 25°C (85% r.h.) for 3 days, with 12 hours sampling intervals (slow drying). Axis water concentration was determined gravimetrically at each sampling for each drying method by taking individual measurements on five axes. Fifteen other axes were rehydrated in 1:1 calcium-magnesium solution (1  $\mu$ M  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ : 1 mM  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  [Berjak and Mycock 2004]) for 30 min followed by surface sterilization as described above. Viability was then assessed by culturing three replicates of five axes each on full strength MS after sterilization.

In both flash and slow drying, loss of water from excised axes was triphasic (Figure 2). There was an initial rapid loss of water, about 40% of the initial water content, and this had occurred by the first sampling points in both cases. This water loss enhanced germination at the first sampling after drying, by 20% on flash drying and 7% on slow drying, compared with germination before drying. The second phase was a less abrupt, but progressively declining loss of water. In the flash dried material, the enhanced germinability was sustained when water concentration was in the range of 1.04 - 0.45 g  $\text{H}_2\text{O}$  g<sup>-1</sup> dry weight with germination declining rapidly thereafter. In contrast, the initial enhanced germination of axes after slow drying was not sustained. Rather, germination decreased from 80% at the first sampling and levelled out to 53% after 48 hours of dehydration,

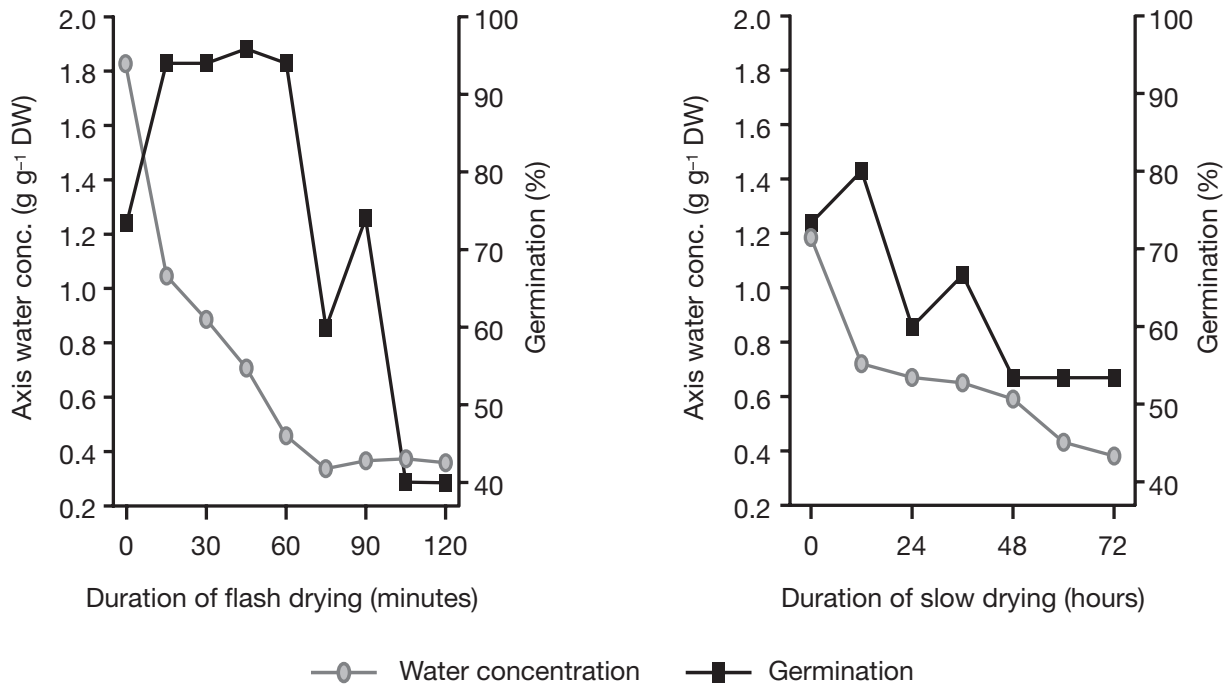


Figure 2: Drying characteristics of embryonic axes

corresponding to a range of water concentration of 0.72-0.59 g H<sub>2</sub>O g<sup>-1</sup> DW. When desiccation-sensitive-axes dry slowly, metabolism becomes increasingly unbalanced, with lethal results at water concentration of around 0.8 g H<sub>2</sub>O g<sup>-1</sup> DW while rapid dehydration curtails the time during which deleterious metabolism-linked events can occur (Pammenter et al. 1998). Stimulation of germination on initial dehydration has been observed for non-orthodox seeds/axes of a variety of species, and the basis of this phenomenon is presently being studied. At the third phase there was no further loss of water, irrespective of drying time and this was more pronounced in fast than in slow drying. The water remaining is probably structure-associated, and not free. The longer non-orthodox axes are subjected to water stress, the more debilitated they become (Pammenter et al. 1998) which is a further manifestation of their desiccation sensitivity.



Figure 3: Wet storage of seeds suspended over wet papers in buckets (left) and over water (right)

At any given water content, there was, on average, 25% more germination after fast than after slow drying. The intensity of greenness of germinating axes was higher for partially-desiccated, compared with non-desiccated, axes.

**Wet storage:** About 300 seeds were spread in monolayer on a mesh pre-soaked in 1% JIK™ (3.5% sodium hypochlorite) for 30 min and thereafter suspended over wet paper towel in closed translucent buckets (Figure 3) stored at 6, 16 and 25°C.

At two week-intervals *in vitro* germination of excised axes was monitored following the protocols described above. At each sampling the numbers of infected or germinated seeds were counted and those seeds were then discarded. Apart from seeds separated for wet storage trials, the remaining seeds were kept at 16°C in perforated plastic trays suspended over water in an enclosed container and loosely covered with black plastic sheet. Fungal infection, combined with storage temperature, posed the major problem for wet storage of *T. occidentalis* seeds. About 70% of seeds stored at 25°C were lost to fungal infection or germination within two weeks (Table 1, Figure 4a, b). By four weeks after storage, the few seeds that did not show

Table 1: Influence of storage temperature and duration on wet storage of *Telfairia* seeds

Storage temp. °C	Duration of storage (weeks)	Infected seeds %	Seed germination (in storage), %	Germination of excised axes ( <i>in vitro</i> ), %
6	0	0	0	73.33
	2	0.36	0	40.00
	4	2.91	0	0
	6	25.82	0	0
16	0	0	0	73.33
	2	1.09	0	86.67
	4	26.55	12.36	93.33
	6	35.27	3.64	93.33
25	0	0	0	73.33
	2	57.45	18.91	73.33
	4	10.91	0.73	–
	6	–	–	–

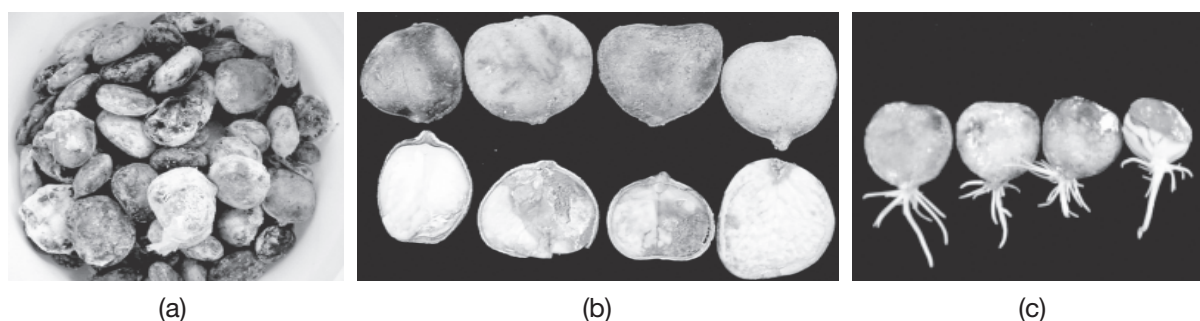


Figure 4: Seed storage at 25°C- fungal proliferation on seed surface (a) and germinated seeds (b) after two weeks storage and internal decay of externally-clean seeds after four weeks storage (c)

surface fungal proliferation two weeks after storage nevertheless showed internal cotyledon and embryonic axes infection and decay (Figure 4c). Culture of internal cotyledon segments from surface-sterilized seeds that showed no external infections revealed presence of fungal



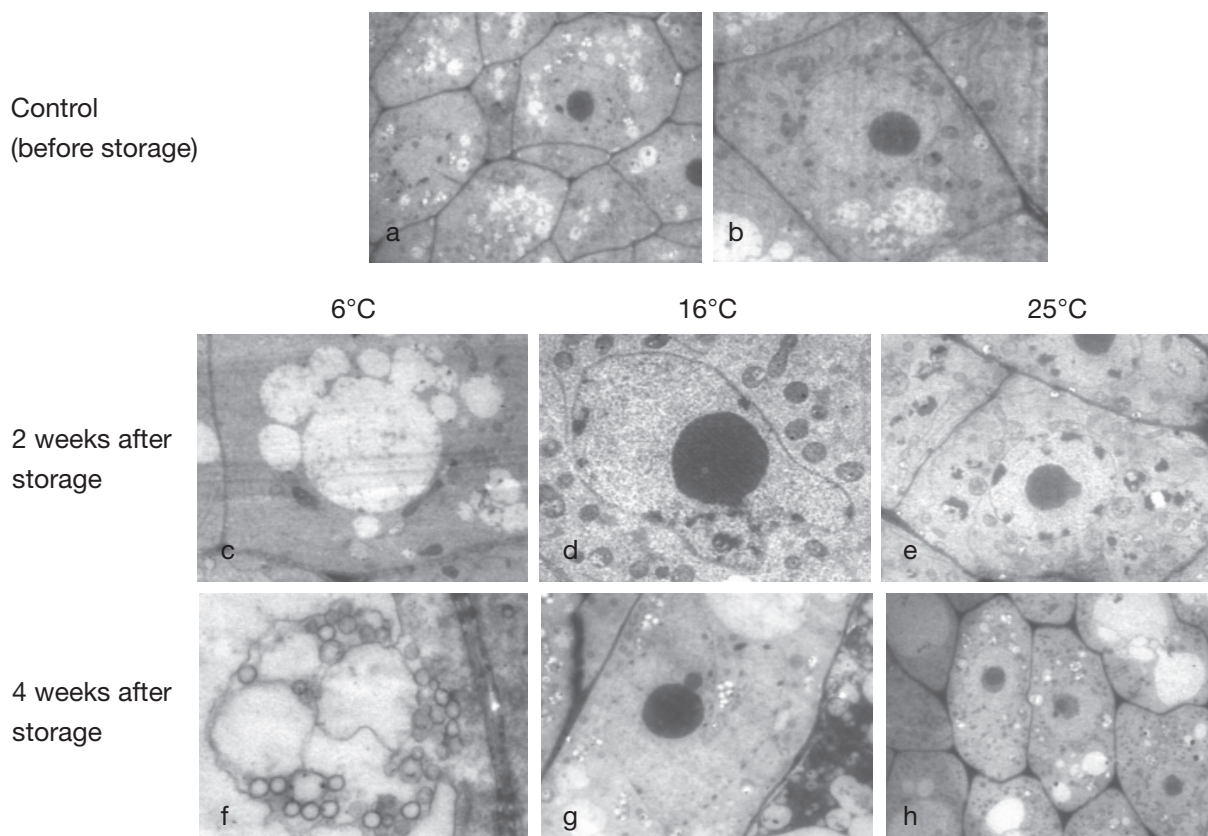


Figure 5: Ultrastructure of the embryonic root meristem of fluted pumpkin seeds either freshly harvested, or stored for 2 or 4 weeks at 6, 16 and 25°C. In freshly-harvested seeds, the cells had relatively-small vacuoles distributed evenly within the cytomatrix, and had spherical nuclei dominated by prominent nucleoli (a). The cells showed indications of active metabolism, such as abundant cristate mitochondria, numerous profiles of rough endoplasmic reticulum, and non-membrane polysomes – features typical of mature recalcitrant seeds (b). Following storage for two weeks, the ultrastructure of seeds stored at 25°C was largely maintained (e), while that of seeds stored at 6°C (c) and 16°C (d) showed abnormalities such as a concentric arrangement of vacuoles, highly lobed nuclei, and distended plastids and mitochondria. After storage for four weeks, seeds at 6°C had a completely deranged ultrastructure, with any visible organelles having lost all internal structure (f). Cells of seeds stored at 16°C showed an accumulation of the damage present after two weeks' storage, with even more severely lobed nuclei and electron-translucent plastids (g); while the ultrastructure of seeds stored at 25°C remained apparently normal (h).

inoculum, suggesting that internal infection had occurred prior to storage, and could have been systemic during seed development. Germination of embryonic axes excised from seeds stored at 6°C was poor and germinability was lost within four weeks, suggesting that fluted pumpkin seeds are chilling-sensitive.

The ultrastructure of the embryonic root meristem of germinating axes showed that the seeds are markedly chilling-sensitive, being damaged at a temperature as high as 16°C from two weeks after storage (Figure 5) even though the effect was not detected in the viability test.

Axes excised from seeds stored at 6°C showed more bacterial than fungal contamination while those from seeds stored at 16°C were more susceptible to fungal proliferation in culture. This suggests that the seed-associated fungi alone were chilling-sensitive. In the seed stock stored at 16°C the proportion of axes showing contamination in culture progressively increased from 0% before storage to about 25% after four weeks storage and more than 90% after two months storage. Light-brown seeds were less susceptible to microbial infection in storage than purple/black seeds.

Dropping condensation water back onto the seeds in sealed buckets contributed to seed germination during storage at 16°C. Early during storage, this was a marked difference in the number of seeds that germinated between seeds stored in sealed buckets and those stored on trays loosely covered with plastic sheeting. None of the seeds in the loosely covered trays germinated in the first two weeks of storage. However, a major problem with loose covering of seeds spread on perforated trays was that they lost water probably because of the dry air in the air-conditioned room. By three months after storage, the few seeds that escaped fungal infection had dried and seed coats broke with little pressure. Thus, aeration is suggested to be an important consideration in wet storage of *Telfairia* seeds.

In summary, whole axes of *T. occidentalis* are sensitive to chilling and desiccation and the seeds can be unequivocally classified as recalcitrant. The lowest axis water concentration indicated that permitted germination was too high for dry storage or for cryopreservation hence the suitability of other explants, for example, axillary buds, was also investigated. Similarly, 16°C was too low for wet seed storage. There is need to also investigate whether temperature in the range 16-25°C is suitable and for how long seeds would survive. Because fruits used in this study were purchased in open markets, the maturity status, duration and condition of storage from harvest could not be ascertained. Thus more studies need to be conducted on the response of seeds of different maturities to desiccation and storage. Maturity plays a significant role on precocious germination of fluted pumpkin seeds in particular (Adetunji 1997) and also on the response to desiccation of recalcitrant seeds in general.

**In vitro behaviour:** To find a suitable protocol for the growth of excised zygotic embryonic axes, two different culture media were evaluated, namely, full- and half-strength MS nutrients (Murashige and Skoog, 1962) fortified with 3% sucrose and solidified with 0.8% agar. Axes were excised either without any cotyledonary material, or with minimal cotyledon segments as were considered would prevent injury to the embryonic axes, and with about 1-2 mm cotyledon segment. Prior to culture, embryonic axes were treated in succession for 10 min per treatment first, with 1% Hibitane (Zeneca South Africa, Wood Mead, S.A.) followed by a cocktail of two systemic fungicides- Early Impact (Zeneca Agrochemicals SA, Gallo Manor, S.A.) and Previcur N (R.T. Chemicals, Pietermaritzburg, S.A.) at 0.2 and 2.5 ml l<sup>-1</sup>, respectively. Finally, the axes were immersed in 2.5% sodium hypochlorite to which two drops of Tween 20 were added, for 5 min. The explants were then rinsed at least three times with sterile distilled water. Cultures were kept under (i) low light intensity (32 µE m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) or (ii) high light intensity (64 µE m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) at 25°C and 16 hours photoperiod.

Excised embryos germinated better and faster on full than on half-strength MS medium. *In vitro* regeneration was better and significantly faster, by 2-3 days, when embryos were cultured with parts of the cotyledon than without. Germinating axes greened only under low light intensity and the intensity of greenness of the axes was higher for partially-desiccated, compared

Table 2: Media combination for micro-propagation

	NAA mg l <sup>-1</sup>	Kinetin mg l <sup>-1</sup>
Medium 1 (M1)	0.1	1
Medium 2 (M2)	0.1	2
Medium 3 (M3)	0.1	5
Medium 4 (M4)	0.5	1
Medium 5 (M5)	0.5	2
Medium 6 (M6)	0.5	5
Medium 7 (M7)	1.0	1
Medium 8 (M8)	1.0	2
Medium 9 (M9)	1.0	5



with non-desiccated axes (Figure 6a), suggesting the ability for active photosynthesis in culture. Root growth of axes and shoot tips cultured vertically was abnormal and disproportional to shoot growth (Figure 6b). However, this was remedied by changing the orientation of the axis from vertical to horizontal (Figure 6c).

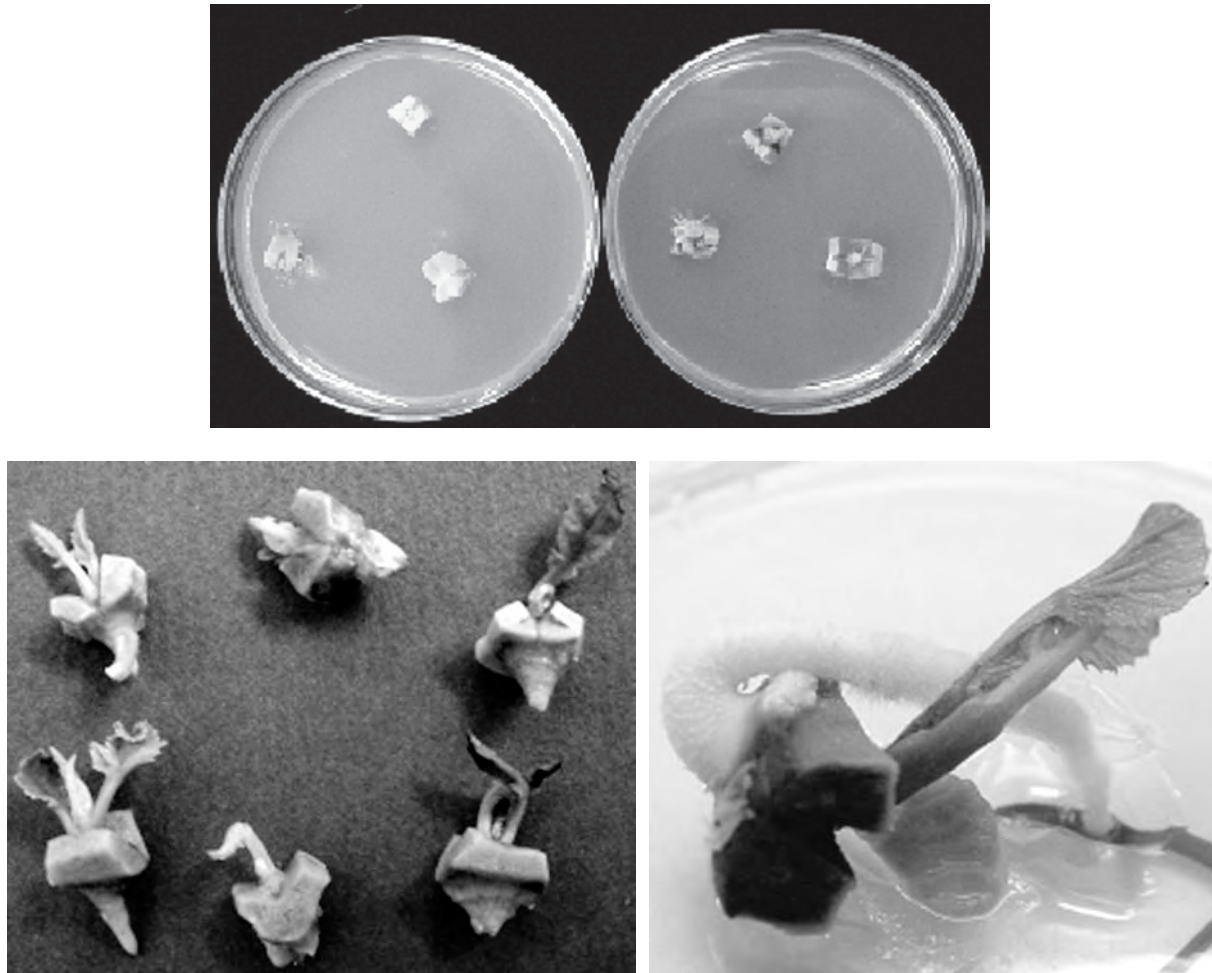


Figure 6: *In vitro* behaviour of excised embryonic axes of fluted pumpkin: (a) greening of non-desiccated versus partially-desiccated axes; (b) vertically-cultured axes with abnormal root growth; and (c) normal root growth of horizontally cultured axes.

**Micro- and vegetative propagation:** Three concentrations of each of two growth hormones, NAA at 0.1, 0.5 and 1.0 mg l<sup>-1</sup> and kinetin at 1.0, 2.0 and 5.0 mg l<sup>-1</sup>, were combined in a factorial design and incorporated into full strength MS medium to find a suitable medium for *in vitro* shoot tip and axillary bud cultures (Table 2). Root tips of excised axes were cut off and cotyledon segments were trimmed down as much as was possible before culture. Similarly, axillary buds were excised from the three top most leaf axils of elongating stems. The shoot tips and axillary buds were surface sterilized as described above. An indirect route for *in vitro* multiplication of axillary bud was also tried. Single node vine cuttings with the subtending leaf trimmed after sterilization to about half or quarter normal size were cultured in a bud induction medium described by Watt et al. (2003) to induce breakage of axillary buds before excision and direct culture.

Vegetative propagation was investigated by treating vine cuttings of different ages with three commercial rooting powders, namely, Seradix B 1, 2, and 3 (Aventis Crop Science SA, Centurion, S.A.), and planted in vermiculite.

Good initiation (80-100%) of germinative growth of excised shoot tips was observed within 96 hours on seven out of the nine media combinations, while 60 and 20% shoot growth initiation were observed on the two other media (Figure 7). The characteristic greening of explants was also observed on tips that initiated growth. But root growth, to different degrees, was observed on only five out of the seven media combinations that favoured shoot growth. The best growth was observed on full strength MS medium earlier described, supplemented with  $0.1 \text{ mg l}^{-1}$  NAA and  $2.0 \text{ mg l}^{-1}$  kinetin. Root growth of axes and shoot tips cultured vertically was abnormal and disproportional to shoot growth, but this was corrected by changing the orientation of the axis from vertical to horizontal as described above.

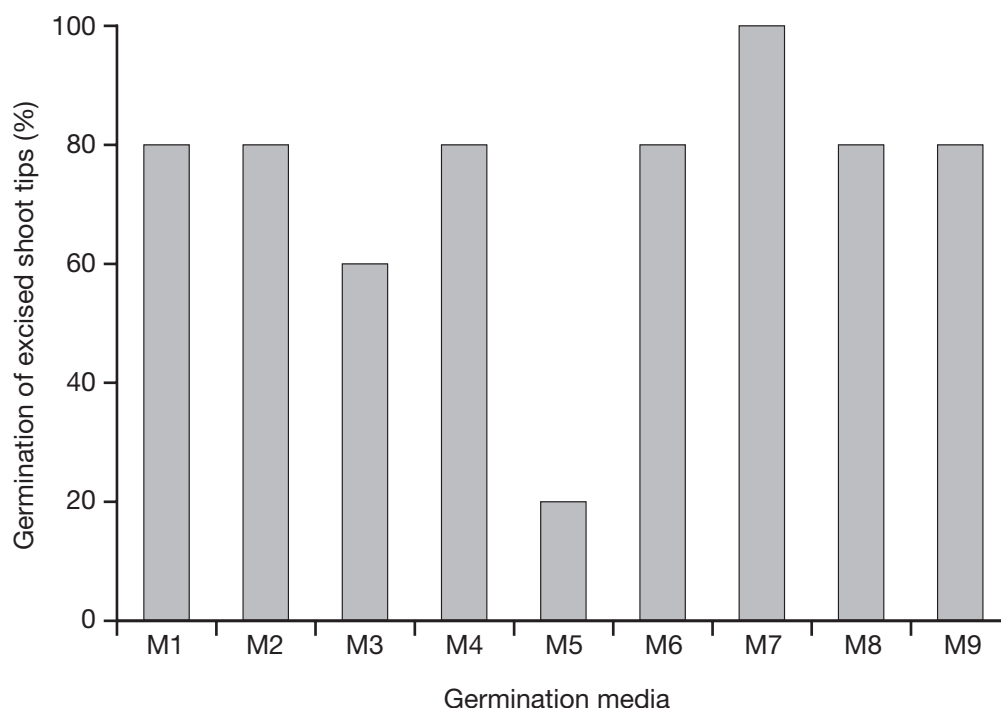


Figure 7: Germination of excised embryonic axes on different media combinations

*In vitro* growth of excised axillary buds was not stimulated on any of the nine media combinations. Rather, all the explants callused. Similarly, axillary buds did not respond to the medium prepared for breakage and which has been used successfully for breakage and rapid multiplication of the axillary buds of *Eucalyptus* spp. and their hybrids (Watt et al. 2003). Further investigations are needed on breakage of axillary buds and *in vitro* multiplication to attempt encapsulation of these tips as an alternative to the problems of non-distinguishable sex and desiccation sensitive seeds.

The commercial rooting powders induced rooting of older vine cuttings. On-going investigations include responses of different morphotypes and sex, as well as optimal number of nodes per cutting. However, until cuttings can be desiccated and stored before rooting or left desiccated in the soil after rooting and successfully regenerated upon wetting, vegetative propagation will still depend on availability of seeds to produce vines. This will further compound the present problem by lengthening the time to wait for seed germination and maturation of the vines before rooting. To make the successful rooting of vine cuttings a relevant solution to the problem of seed scarcity and sexual differentiation, on-going investigations also include an understanding of the mechanism of perenniality of *T. occidentalis*. Upon wetting, the plant regenerates naturally if the root stump of the previous season was left *in situ*.

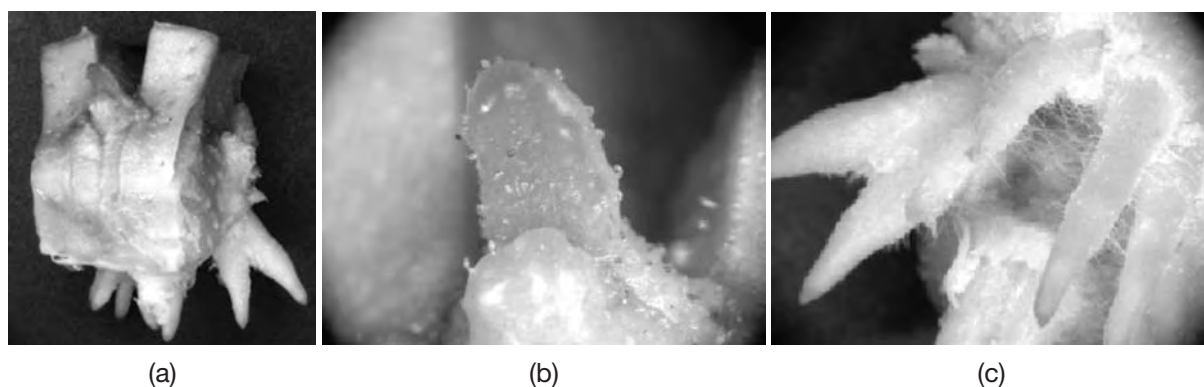


Figure 8: Excised shoot tips grown *in vitro* on MS medium fortified with 0.1 mg l<sup>-1</sup> NAA and 2.0 mg l<sup>-1</sup> kinetin (a), germinating shoot tip (b), and rootlets with hairs growing radially on the periphery of the axes at the root end (c)

**Cryostorage:** Excised shoot tips were flash-dried to a water concentration of about 0.4 g H<sub>2</sub>O g<sup>-1</sup> DW. Ten axes were sealed in a cryotube and plunged into liquid nitrogen for 1 hour. Another 10 axes were directly immersed in nitrogen slush for five minutes. The shoot tips were then thawed, rehydrated in calcium-magnesium solution for 30 min, surface sterilized and cultured as described above.

Compared with >70% germination of the control treatment, shoot tips enclosed in cryotubes and plunged into liquid nitrogen did not germinate. Shoot tips immersed in nitrogen slush were fractured during thawing and rehydration. A major problem when working with *T. occidentalis* axes is the lack of clear demarcation between the cotyledons and zygotic embryonic axis. Both are closely merged and the two cotyledons are fused just at the shoot tip. Therefore, excision of the tip without injury can hardly be done without some cotyledon segment into which liquid nitrogen may accumulate when naked axes are immersed. Such accumulated nitrogen will explode during rehydration, thereby causing shattering. Thus, immersion of the naked axes in cryogen is not likely to be successful. Future attempts of cryopreservation should investigate the use of axes that are slightly more developed and concentrate on treating axes with cryoprotectants.

Contamination of cultured axes or broken pieces was observed at 100, 10 and 0% on the control, liquid nitrogen and nitrogen slush treatments, respectively, further confirming an earlier conclusion that the micro-organisms associated with the seeds were sensitive to chilling.

### Acknowledgement

This study was supported financially with the award of 2002 Vavilov-Frankel Fellowship to S.A. Ajayi by Bioversity International, Rome, Italy.

### References

- Adetunji IA. 1997. Effect of time interval between pod set and harvesting on maturity and seed quality of fluted pumpkin. *Exp. Agric.* 33:449-457.
- Ajayi SA. 2004. Sexual identification, seed handling and cryostorage of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. F.) germplasm. VFF Progress Technical Report submitted to the International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 14 pp.
- Akoroda MO. 1986. Seed desiccation and recalcitrance in *Telfairia occidentalis*. *Seed Sci. Technol.* 14:327-332.
- Akoroda MO. 1990. Ethnobotany of *Telfairia occidentalis* (Cucurbitaceae) among Igbos of Nigeria. *Econ. Bot.* 44:29-39.
- Akoroda MO, Ogbechie-Odiaka NI, Adebyo MI, Ugwo OE and Fuwa B. 1990. Flowering, pollination and fruiting in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). *Sci. Hortic.* 43(3-4): 197-206.
- Berjak P, Mycock DJ. 2004. Calcium, with magnesium, is essential for normal seedling development from partially-dehydrated recalcitrant axes: a study on *Trichilia dregeana* Sond. *Seed Science Research*

- 14 (2): (in press) Murashige T, Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth bioassays with tobacco cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
- Nwauzo EE, Brown Jr WM. 1975. *Telfairia* (Cucurbitaceae) mosaic virus in Nigeria. *Plant Dis. Rep.* 59: 430-432.
- Obiagwu CJ, Odiaka NI. 1995. Fertilizer schedule for yield of fresh fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) grown in lower Benue river basin of Nigeria. *Indian J. Agric. Sci.* 65: 98-101.
- Okoli BE, Mgbeogu CM. 1983. Fluted pumpkin, *Telfairia occidentalis*: West African vegetable crop. *Econ. Bot.* 37: 145-149.
- Pammenter NW, Greggians V, Kioko JI, Wesley Smith J, Berjak P, Finch-Savage WE. 1998 Effect of differential drying rates on viability retention of recalcitrant seeds of *Ekebergia capensis*. *Seed Sci. Res.* 8:463-471.
- Schippers R. 2000. African indigenous vegetables. An overview of cultivated species. NRI/CTA, Chatham, UK.
- Watt P, Berjak P, Makhathini A, Blakeway F. 2003. *In vitro* collection techniques for *Eucalyptus* micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 75: 233-240.

## Conservation status of *Telfairia* spp. in sub-Saharan Africa

S.A. Ajayi<sup>1</sup>, M.E Dulloo<sup>2</sup>, R.S. Vodouhe<sup>3</sup>, P. Berjak<sup>4</sup>, J.I. Kioko<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Seed Science Laboratory, Department of Plant Science, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria

<sup>2</sup>Bioversity International, Maccaresse, Rome, Italy

<sup>3</sup>Bioversity International, West and Central Africa, c/o IITA Benin Research Station, Cotonou, Benin

<sup>4</sup>Plant Cell Biology Research Unit, School of Biological Sciences, University of KwaZulu-Natal, Durban, South Africa

### Abstract

Narrow and rapid loss of natural diversity, non-distinguishable plant sex before flowering and desiccation-sensitive seeds are some of the factors limiting the exploitation of the nutritional and industrial potentials of the fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*), a multi-purpose leafy vegetable indigenous to Southeast Nigeria. In order to accelerate conservation of germplasm and encourage continuous utilization of this crop, the objectives of this Bioversity-funded investigation are to: identify the sex, by determining seed and seedling makers for sexual differentiation; extend the short- to medium-term storage potential of seeds by suitable pre-treatments; develop tissue culture protocols for plantlet regeneration and rooting of vine cuttings; and, develop protocols for cryopreservation of the germplasm.

Preliminary results obtained from the on-going experiments indicate that the pattern of arrangement of the first two leaves may be a useful indicator of sex during early seedling development. *In vitro* growth of excised embryonic axes was better on full- than half-strength MS medium on the one hand and with parts of cotyledon than without, on the other hand. Root growth was normal and proportional to shoot growth when embryonic axes were cultured with little or no cotyledonous tissues, but when axes were cultured with a substantial cotyledon segment, root growth was retarded compared to shoot growth.

### Taxonomy

The genus *Telfairia*, named after the famous Irish naturalist, botanist and plant collector Charles Telfair, is a nutritionally-important but scientifically little known member of the family Cucurbitaceae and order Telfairieae (The Compleat Botanica 2004). The two main species in the genus are *T. occidentalis* Hook. f. and *T. pedata* (Smith ex Sim) Hook. Other synonyms of *T. pedata* are *Fevillea pedata* Sims, *Joliffia africana* Del. and *T. africana* (Del.) A. Chev. (World Agroforestry Centre 2004). In literature from Africa *T. occidentalis* is commonly referred to as fluted pumpkin and *T. pedata* as oyster nut. But there is confusion over the names of the two species in literature from outside Africa. Common names that have been used for *T. occidentalis* are oyster nut tree and fluted gourd (Ng 1993) and queen's nut, Zanzibar oil vine, fluted pumpkin for *T. pedata* (World Agroforestry Centre 2004; Ng 1993). Both species were referred to as oyster nut in the Compleat Botanica (2004) and by Martin (1984) and as *Telfairia* nut by Fletcher (1997). According to Schippers (2000), *T. batesii* (Authority unknown) is a third member of the genus that was formerly found as a wild plant in Cameroon and Equatorial Guinea but is almost extinct now. This species was also listed as *T. batesii* Keraudren on the website for the plant family Cucurbitaceae and home of the Cucurbit Network (<http://www.cucurbit.org/family.html>) but unlike the two other species, there was no information on it.

### General biology

*T. occidentalis* and *T. pedata* are dioecious ( $2n = 22$ ) with male and female flowers borne on different plants. Though very rare, monoecious plants can also be found in xxxxx (Akoroda et al. 1990). Both species are fast growers and climbers that use trees as support, trailing the trunks up to a height of over 30 m. Under cultivation, the plants are usually supported with stakes to form a wide platform for the rapidly growing and branching slender stems. The species branch profusely and extensively under sufficient water supply but can also adapt



well to water stress by reducing leaf size and branching. *T. pedata* is hardy and deep-rooting. It is used as an ornamental because of its beautiful foliage. The vine is part of a rich agroforestry system in the coffee-growing regions of East Africa (World Agroforestry Centre 2004).

Seeds of *T. occidentalis* are sensitive to desiccation and germination. These properties are enhanced when seeds are first 'cured' by extracting them from the fruit and spreading them out in a cool place for 1-5 days. Slower and poor germination characterized seeds that were not cured before planting. Majority of seeds produced multiple, up to four, shoots with two dominant ones that could be sectioned and transplanted (Esiaba 1982). There are wide variations in sex ratio but there tends to be more males than female plants (Akoroda 1990a; Akoroda et al. 1990; Emebiri and Nwifo 1996). Male plants start flowering earlier (mean of 129 days compared with 150 days after planting for female plants) and over a longer period (59 days versus 17 days for female plants) (Akoroda and Adejoro 1990). There are more than 800 open male flowers to a single opened female flower and male flowers open in the evening till the next morning while female flowers open in the morning till late evening. About 10-15% of a given female population do not flower in the first year of planting and abortion of fruits is high. Plants may set up to six fruits but usually one large and one or two medium sized fruits are eventually carried to maturity. To date, all attempts at finding markers for accurate sexual identification of seeds or seedlings early during growth have not succeeded (Asiegbu 1985; Emebiri and Nwifo 1996).

### **Use and importance of the species**

Seeds of fluted pumpkin and oyster nut are of great importance to the nutrition and health of the majority of people in West and East Africa where they are eaten raw, boiled or roasted, because of the seed's high content of protein (>25%) and extractable oil (55-60%). The long-lasting, non-drying oil from seeds of the two species is of high value for domestic and industrial purposes. The seeds are also in high demand for consumption by nursing mothers because of their lactation-promoting properties. Owing to the high concentration of essential fatty acids, polyunsaturated fatty acids and iodine, oyster nut oil is also used as a breast massage to aid milk flow and for hair treatment to enhance lustre and growth (Bird 2003). The oil also promotes a soft and supple skin (Kürbis, Kiwano & Co. 2003). It is a common practice for pregnant women to have a large store of oyster nut seeds prior to delivery because it is part of the traditional food of breastfeeding mothers and weaned infants in parts of East Africa (World Agroforestry Centre 2004). The cotyledons are also suitable for use in baked confectionery, chocolate products, mixed-fruits snacks and other snack articles in Europe and North America (Kürbis, Kiwano & Co. 2003; <http://www.usitawi.org/en/projects/proj15.html>). Fermented flour of *Telfairia* cotyledons can be processed into seasonings, marmalade, high-protein infant weaning food mixtures and different local products in West Africa (Giami and Bekrbain 1992; Egbekun et al. 1998). Chewing young shoots of *T. pedata* can cause abortion in the early stages of pregnancy (Pers. Com. H.P. Msanga), but young, succulent leaves and shoots of fluted pumpkin are relished as special delicacies when cooked, alone, or in mixtures with other vegetables and cucurbits seeds, and eaten with different starch doughs. Concoction of fresh leaves is a recommended high-value health tonic for impotent men and a cheap and fast remedy for acute anaemia. Seed residue after oil extraction is used as animal feeds. Roots have high concentrations of alkaloids; therefore, extracts are poisonous to humans and animals and are used to kill rats and mice (Longe et al. 1983; Akoroda 1986, 1990a, b; Ihesie 2000; Schippers 2000).

Smallholder farmers in East Africa plant the oyster nut on forest verges and earn extra income from the sale of the seeds. To safeguard this contribution to their livelihood, they protect the trees and forests and also cultivate saplings. The economic benefit also brings ecological advantages, which would be difficult to achieve in any other way. In Tanzania, the structure exists for the collection and post-collection processing and shipping of seeds. To open up further potential markets for the smallholders, the International Service Club for sustainable development, a forum for far-sighted, responsible leaders in business, science, politics, administration, and culture, is organizing contacts with processors in Europe (<http://>

www.usitawi.org/en/projects/proj15.html). Thus, in addition to their importance and contribution for food security in sub-Saharan Africa (SSA), production of *Telfairia* spp. is an important economic activity and the means of livelihood of many rural communities.

### **Some socio-economic considerations**

*T. occidentalis* is principally cultivated for its leaves, tender vines and seeds while the oil-rich seeds of *T. pedata* are the parts that are usually utilized and for which the species is cultivated. In the culture of the Igbos of Southeast Nigeria where *T. occidentalis* is believed to have originated, the plant is regarded as a woman's plant and women cannot cut *Telfairia* plants belonging to another, meaning that each woman must plant her own *Telfairia* (Akoroda 1990; Howard 2003). It is an abomination for a woman to steal or 'kill' a *T. occidentalis* plant and pardon for such offences often involved a lot of sacrifice.

### **Conservation**

**Distribution:** Both *T. occidentalis* and *T. pedata* are localised to Africa (Robinson and Decker-Walters 1997). *T. occidentalis* is indigenous to Nigeria and is grown in tropical wet coastal areas of West Africa, principally in Benin, Cameroon, Ghana, Nigeria and Sierra Leone. However, it is also grown as a summer vegetable as far north as Florida (<http://www.cucurbit.org/family.html>). It was also discovered in Budongo Forest Reserve in western Uganda first in 1907 and again in 2000 (Pers. com. J. Obua). *T. pedata* is known to occur in the dry tropical zones along the coast of East Africa. It is grown in Zimbabwe (Hyde 2003), Kenya, Malawi, Tanzania, Uganda, (World Agroforestry Centre 2004).

**Ecology:** Ecologically, *T. occidentalis* and *T. pedata* are aggressive climbers that thrive in humid tropical forests under shade better than under direct sunlight. The cultivation of the species, however, has been extended to savannah ecologies (Obiagwu and Odiaka 1995) to which they have adapted well. *T. pedata* is drought tolerant, can grow at elevations up to 2,000 m (World Agroforestry Centre 2004). The heavy weight of their fruits, averagely 15 kg, cannot be supported by their vines hence they grow and trail trunks of trees that provide support for their heavy fruits. They have perennial roots and thrive well in well-drained moderately loamy soil.

**Threats:** There are many problems associated with and peculiar to *Telfairia* species that can be regarded as threats to the conservation and utilization of these species. These included localised and narrow natural diversity or genetic base and are exacerbated by the systemic neglect of the species in scientific research. Seeds of *T. occidentalis* are recalcitrant, their germination capacity declines when seed moisture is less than 40% and is completely lost below 30%. There is no known method of handling both seeds and fruits in a way that will keep seeds alive and retain vigour during the off-season period when seeds must be stored. The common practice is to keep seeds inside the fruits but they (seeds) often begin to germinate before the onset of the rainy season. Consequently, farmers sell their fruits for human consumption, creating acute seed scarcity in subsequent planting seasons. Inability to distinguish sex and the preponderance of males in natural populations discourage cultivation of the species. Farmers prefer to raise female plants because it produces more leaves and shoots for commercial purposes than male plants. Sex of each seed or of seedlings, however, cannot be determined precisely before flowering (about 4-5 months after planting). Coupled with this problem is the lack of an alternative propagation method, for example, asexual propagation using vine cuttings. To date, attempts to induce rooting of vine cuttings have failed. Recently, the seed-transmitted *Telfairia* mosaic virus has been spreading rapidly in most production zones causing flower abortion, seedlessness and, therefore, threatening the little remaining genetic diversity (Atiri and Varma 1983).

**Ex situ conservation:** Seed storage, field genebanks, botanical gardens, *in vitro*, pollen and DNA storage are some methods used to conserve plant genetic resources *ex situ* (Rao 2001). Compared to their high utility value, deliberate attempts on *ex situ* conservation of *Telfairia* spp. has been little because they are often cultivated in home gardens and their all-year round availability did not signal early enough the systematic genetic erosion that has occurred over time. Additionally and more important is the viviparous and desiccation-sensitive behaviour

of *T. occidentalis* seeds. Seeds attain maximum physiological quality in terms of germination, vigour and storage reserve accumulation nine weeks after pod set and thereafter vivipary sets in (Adetunji 1997). Within and outside the fruits, seeds are unable to tolerate loss of water to a sufficiently low level that will permit air-dry storage without accompanying total loss of viability. Farmers' strategy of circumventing the desiccation-sensitivity of seeds is to leave them within fruits and leave fruits on the plants or in a cool place during off season till the time for another planting. The longer the fruits stay, the higher the number of germinated seeds and the degree of rot by the time fruits are broken and the seeds exposed. There is no known protocol for wet seed storage. There has been attempt to collect and establish field genebank for *T. occidentalis* at the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB) at Ibadan (Sarumi 2001) but very little has been achieved on this. However, the surging research interests in these multi-purpose plants have necessitated the establishment of some collection at a few places like the universities of Ibadan and Port Harcourt in Nigeria. Attempts on micropropagation using axillary buds has also been unsuccessful (Balogun et al. 2002)

***In situ conservation:*** There are unsubstantiated claims of significant eco- and morpho-diversity in both *Telfairia* species, but a well-articulated and consistent scientific research on genetic diversity, intra- and interspecific morphological and molecular variations that could have provided a sound basis for *in situ* conservation is absent. In addition, the cultivation of *T. occidentalis* in home gardens and the claim of its rare existence in the wild (Okoli and Mgbeogu 1983; Akoroda 1990b) precluded any impacting *in situ* conservation of the species. The significance of home garden for *in situ* conservation was limited by the fact that it was neither wide spread nor ecology-based but associated more with the movement of the Ibos of Southeast Nigeria.

### **Future research and strategies for long-term conservation**

***Collection and evaluation of eco- and morpho-types:*** Genetic diversity is important to long-term conservation of biological organisms (Towill 2002). Many of the earlier investigators reported the existence of morphotypes of both *T. occidentalis* and *T. pedata* but there is no known record or attempt at collecting and characterizing the genetic diversity in both species. This is important in view of a selective preference of farmers for certain morphotypes against others. The black / dark purple seed-coloured *T. occidentalis* fruits are preferred to the light-brown seed-coloured fruits in Nigeria because the latter are smaller in size which could translate to lower number of seeds. But the light-brown seeded fruits contained up to two times more seeds, densely packed and almost without the spongy surrounding maternal tissue, than the purple seeded fruits (Ajayi unpublished data). The light-brown seeds have tough seed coats and are generally less susceptible to microbial infection in storage compared with black seeds (Ajayi 2004). There is, therefore, an urgent need to develop protocols for *ex situ* and *in situ* conservation of morphotypes selected against. On-going attempts include cryopreservation of shoot tips and storage of pollen.

The only two references on seed germination of *T. pedata* (Mnzava and Bori 1985; Okoli 1988) reported different modes of seed germination and this also needs to be clarified for botanical classification purposes.

***Sexual identification:*** Differentiation of sexes early during plant growth is one of the most limiting constraints to long-term conservation and utilization of *Telfairia* spp. There is a growing awareness of the potential of the species as industrial and export plants (Kürbis, Kiwano & Co. 2003). However, the desire to cultivate the more economical and productive female plants on a commercial scale cannot be realized until it is possible to differentiate between male and female plants either in nurseries or early during establishment. The preponderance of male to female plants in natural populations makes this problem a top priority in the strategies for long-term conservation. Sexual differentiation of seeds is practically impossible in many dioecious species. Cucurbits are among the few dioecious plants with heteromorphic sex chromosomes and ideas from sex inheritance in animal systems can be extended to plant systems because sex inheritance and sex chromosomes in plants and animals are quite similar (Charlesworth 2002). With molecular



biology tools and the suggestion of a chromosomal basis of sex determination in *Telfairia* spp. (Okoli 1987), identification of sex-linked morphological markers could be useful in finding a practical solution to this constraint. Exposing young plants to varying lengths of light and dark condition has proved to be useful for sexual differentiation of young marijuana plants (Growkind 2004).

**Vegetative propagation:** The synergistic effect of the twin problem of sexual differentiation and the high utility of seeds for other purposes necessitate the need for developing protocols for vegetative propagation of *Telfairia* spp. Promising results (see chapter on Progress on conservation by Ajayi et al., this volume) obtained on *T. occidentalis* suggest the possibility of raising plants from vine cuttings. The protocols are being refined to make the technique practicable for subsistence farmers.

**Intra- and inter-specific hybridization:** The natural diversity of *Telfairia* spp. is narrow and localised and intra-specific hybridization of eco- and morpho-types is a means of broadening the genetic diversity. *T. occidentalis* was largely cultivated in backyard gardens and, until recently, ethnic groups in Nigeria, except the Ibo regarded it as a forbidden plant (Akoroda 1990b). Okoli (1987, 1988) proposed the hybridization of the two species as a way of reducing the high cost of dehusking the thick-husked but more oil-yielding *T. pedata* noting that the distinct vegetative and floral differences will facilitate easy identification of expected recombination of parental characteristics in inter-specific hybrids. There is, however, no known attempt on hybridization of these species or of a desiccation-sensitive and a desiccation-tolerant species that the two *Telfairia* species typify. The close morpho and cytogenetically related *T. occidentalis* and *T. pedata* provides the possibility to attempt this. First and advanced generation hybrids as well as backcross progenies of such hybridization offer a unique opportunity to influence storage behaviour of the desiccation-sensitive seeds of *T. occidentalis* in particular. Generally, however, it will also provide deep insight into the genetic basis of desiccation-sensitivity, an attribute shared by many tropical tree species and which poses a major problem for sexual propagation and for *ex situ* conservation.

**Ethnobotany:** There is evidence that the uses of *Telfairia* are different across cultures and ethnic groupings. Leaves of *T. occidentalis* are utilized more than the seeds outside Southeast Nigeria and differential pattern of usage of parts of *T. pedata* is also evident from personal communication with scientists from different countries in East Africa (H.P. Msanaga from Tanzania, J. Obua from Uganda). Similarly, seeds of the two species are the parts that are more utilized outside Africa (Kürbis, Kiwano & Co. 2003). Documentation of this information will be useful for the conservation of the species.

**Identification and selection of resistance to TeMV:** Despite the early warning signals on the potential devastation that *Telfairia* mosaic virus could cause and the initial efforts at understanding and containing the problem, the disease is still a major problem today having spread across West Africa where it is decimating production (Schippers 2000). The disease causes flower abortion, seedlessness and, therefore, threatens the remaining genetic diversity. As part of long-term strategies to conserve these species, there is need to study sources, mechanism and genetics of resistance and the development of resistant lines through hybridization and artificial inoculation.

**Identification and selection of desirable productivity and quality traits:** The high utility and food value of the leaves and seeds often lead to seed scarcity for farmers and this is worse for *T. occidentalis* because the seeds are sensitive to desiccation. By leaving seeds in the fruit until environmental conditions are suitable for planting, they germinate and rot thereby rendering them useless for consumption and planting. The increasing relevance of *Telfairia* seeds and oils as industrial raw materials is creating international trade opportunities for countries where they are grown. Concomitant with this is an urgent need to screen available germplasm and develop varieties with a higher proportion of female to male plants that can produce more seeds or fruits and more fruits or plants. With changes in atmospheric conditions towards warming and the extension of the cultivation of *T. occidentalis* to savannah ecologies (Obiagwu and Odiaka 1995), the development of cultivars tolerant to water stress and having stronger, more vigorous shoots is also a desirable long-term conservation goal.

**Characterization of natural products:** The diverse uses of the different parts of these species strongly suggest that there is a great potential to isolate chemical compounds of significant pharmaceutical importance from *Telfairia* species. However, this process requires, first, the isolation and characterization of the chemical compounds that confer such a high medicinal value on *Telfairia* species. As Akwaowo et al. (2000) reported, there are as many beneficial as there are harmful chemical substances in different parts of the plant.

**Networking and collaborative research:** The above researchable constraints are beyond the scope and competence of a researcher or research group. Acceleration of the conservation of these multi-purpose plants requires holistic approach to the myriads of research challenges identified above. Conservation of *Telfairia* spp. for food security in SSA requires networking and collaborative efforts of researchers- pure, applied and social scientists, mutually working together to achieve long-term conservation and continued utilization of the species.

## References

- Adetunji IA. 1997. Effect of time interval between pod set and harvesting on maturity and seed quality of fluted pumpkin. *Exp. Agric.* 33:449-457.
- Ajayi SA. 2004. Sexual identification, seed handling and cryostorage of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. f.) germplasm. VFF Progress Technical Report submitted to the International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 14 pp.
- Akoroda MO. 1986. Seed desiccation and recalcitrance in *Telfairia occidentalis*. *Seed Sci. Technol.* 14:327-332.
- Akoroda MO. 1990a. Seed production and breeding potential of the fluted pumpkin, *Telfairia occidentalis*. *Euphytica* 49(1): 25-32.
- Akoroda MO. 1990b. Ethnobotany of *Telfairia occidentalis* (Cucurbitaceae) among Igbos of Nigeria. *Econ. Bot.* 44:29-39.
- Akoroda MO, Adejoro MA. 1990. Patterns of vegetative and sexual development of *Telfairia occidentalis* Hook. f. *Trop. Agric. (Trinidad)* 67(3): 243-247.
- Akoroda MO, Ogbechie-Odiaka NI, Adebyo MI, Ugwo OE, Fuwa B. 1990. Flowering, pollination and fruiting in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). *Scientia Horticulturae* 43(3-4): 197-206.
- Akwaowo EU, Ndon Bassey BA, Etuk EE. 2000. Minerals and antinutrients in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook f.). *Food Chem.* 70 (2): 235-240.
- Asiegbu JE. 1985. Characterization of sexes in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*): Growth and yield in the male and female sexes. *Gartenbauwissenschaft* 50: 251-256.
- Atiri GI, Varma A. 1983. Development of improved lines of *Telfairia occidentalis* Hook. f. resistant to mosaic virus. *Trop. Agric. (Trinidad)* 60: 95-96.
- Balogun MO, Ajibade SR, Ogunbodede BA. 2002. Micropropagation of fluted pumpkin by enhanced axillary shoot formation. *Nigerian Journal of Horticultural Science* 6: 85-88.
- Bird SR. 2003. African Oils: Health and Beauty from the Motherland [Online] Available <http://islamoline.net/English/Science/2003/10/article10.shtml> [Retrieved: 12 January 2004].
- Charlesworth D. 2002. Plant sex determination and sex chromosomes. *Heredity* 88: 94-101.
- Egbekun MK, Nda-Suleiman EO and Akinyeye O. 1998. Utilization of fluted pumpkin fruit (*Telfairia occidentalis*) in marmalade manufacturing. *Plant Foods Hum. Nutr.* 52 (2):171-176 1998
- Emebiri LC, Nwufo MI. 1996. Occurrence and detection of early sex-related differences in *Telfairia occidentalis*. *Sex. Plant Reprod.* 9:140-144.
- Esiaba RO. 1982. Cultivating the fluted pumpkin in Nigeria. *World Crops* 34:70-72.
- Fletcher R. 1997. Listing of Useful Plants of the World 2<sup>nd</sup> ed University of Queensland, Australia 553 pp
- Giami SY, Bekebain DA. 1992. Proximate composition and functional properties of raw and processed full-fat fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) seed flour. *J. Sci. Food Agric.* 59: 321-325.
- Growkind. 2004. Sexing Marijuana Plants (telling male from female) [Online] Available <http://www.growkind.com/sexing.html> [Retrieved: 15 January 2004].
- Howard P. 2003. The major importance of 'minor' resources: Woemn and plant biodiversity. *Gatekeeper Series*: 112, IIED, London 22 pp.
- Hyde MA. 2003. *Flora of Zimbabwe: Introduction to the checklist*. Retrieved [7 Feb 2004], from <http://www.zimbabweflora.co.zw/checklist.html>. Version 1.0.
- Ihesie G. 2000. Fluted pumpkin - A green vegetable that nourishes, protects and heals. *Vanguard Newspaper (Nigeria)* July 1 2000.



- Kürbis Kiwano & Co. 2003. Kürbisse als Ölquelle (Taler in Afrika und Kernkraft in Psterrech) [Gourds as sources of oil] [Online] Available at p.6 <http://www.wiz.uni-kassel.de/ink/gwh/pub/Tafeln2.pdf> [Retrieved 29 January 2004].
- Longe GO, Farinu GO, Fetuga BL. 1983. Nutritional value of the fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). J. Agric. Food Chemistry 31: 989 - 992.
- Mnzava NA, Bori OH. 1985 Seed germination and early seedling growth studies in the oyster-nut. Acta Hort. 158:227-238.
- Martin FW. 1984. Cucurbit seed as possible oil and protein sources Echo Technical Note <http://www.echonet.org/tropicalag/technotes/Cucurbit.pdf>.
- Ng TJ. 1993. New opportunities in the Cucurbitaceae. p. 538-546. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.
- Obiagwu CJ, Odiaka N I. 1995. Fertilizer schedule for yield of fresh fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) grown in lower Benue river basin of Nigeria. Indian J. Agric. Sci. 65: 98-101.
- Okoli BE. 1987. Morphological and cytological studies in *Telfairia* HOOKER (Cucurbitaceae). Feddes Repertorium 98 (9-10): 505-508.
- Okoli BE. 1988. Studies in fruit and seed morphology and anatomy in relation to the taxonomy of *Telfairia* HOOKER (Cucurbitaceae). Fed. Repert. 99: 133-137.
- Okoli BE, Mgbeogu CM. 1983. Fluted pumpkin, *Telfairia occidentalis*: West African vegetable crop. Econ. Bot. 37: 145-149.
- Rao VR. 2001 Principles and concepts in plant genetic resources conservation and use. pp. 1-16 in MS Saas and VR Rao, eds. Establishment and management of field genebank, a Training Manual. IPGRI-APO, Sendang.
- Robinson RW, Decker-Walters DS. 1997. Cucurbits Crop production Science in horticulture 6, CAB International, Oxon.
- Sarumi MB. 2001. National Centre for Genetic Resources and Biotechnology. Annual Report. Federal Ministry of Science and Technology, Abuja, Nigeria.
- Schippers RR. 2000. African indigenous vegetables. An overview of cultivated species. NRI/CTA, Chatham, UK.
- The Compleat Botanica (<http://www.crescentbloom.com/Plants/Genus/T/E/Telfairia.htm>)
- Towill LE. 2002. Cryopreservation of plant germplasm pp. 3-21 in Ed L.E. Towill and YPS Bajaj Cryopreservation of plant germplasm II, Biotechnology in forestry and agriculture, 50 pp.
- World Agroforestry Centre. 2004. *Telfairia pedata*. Agroforestry database.<http://www.worldagroforestrycentre.org/Sites/TreeDBS/Aft/AFT.htm> [Retrieved: 15 Jan 2004].The Compleat Botanica (<http://www.crescentbloom.com/Plants/Genus/T/E/Telfairia.htm>)
- Towill, L.E. 2002. Cryopreservation of plant germplasm pp. 3-21 in Ed L.E. Towill and YPS Bajaj Cryopreservation of plant germplasm II, Biotechnology in forestry and agriculture, 50 pp.
- World Agroforestry Centre. 2004. *Telfairia pedata*. Agroforestry database.<http://www.worldagroforestrycentre.org/Sites/TreeDBS/Aft/AFT.htm> [Retrieved: 15 Jan 2004].

## Use of core and mini core collections in preservation and utilization of genetic resources in crop improvement

H.D. Upadhyaya, C.L.L. Gowda, R.P.S. Pundir, B.R. Ntare

*International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Andhra Pradesh, India*

### Abstract

Plant genetic resources are the most valuable and essential basic raw material to meet the current and future needs of crop improvement programmes and the demands of increasing populations. The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT, established in 1972) responded to this need by establishing a Genetic Resources Unit (GRU) for assembling, characterizing, evaluating, maintaining, conserving, documenting and distributing germplasm of the mandate crops (sorghum, pearl millet, chickpea, pigeonpea and groundnut) and their wild relatives, and six small millets (finger millet, foxtail millet, barnyard millet, kodo millet, little millet and proso millet). The efforts have yielded the assembly of 113 849 germplasm accessions in the ICRISAT genebank and over 5.5 million accessions globally. Unfortunately, only a small proportion of this large collection has been used in improving crops. Developing core collection (about 10% of the entire collection) has been suggested as a method of enhancing the use of the germplasm. However, even this number could be large and unmanageable if the entire accession is several thousands. A methodology to reduce the size further and select a mini-core that is about 1% of the entire collection, yet represents full diversity of the species has been developed. Core collections of sorghum, pearl millet, chickpea, pigeonpea, groundnut, and finger millet and mini-core collection of groundnut and chickpea have also been developed. The core and mini-core collections of chickpea and groundnut have been evaluated and diverse sources for early maturity, traits related to drought tolerance and large seed size in kabuli chickpea, and early maturity, tolerance to low temperature, and traits related to drought tolerance in groundnut have been identified. Their use in breeding will broaden the genetic base of the cultivars.

### Introduction

Plant genetic resources are the most valuable, essential, and basic raw materials for crop improvement programmes to meet the demands of increasing populations. Vavilov (1926) was the first geneticist to realize the essential need for a broader genetic base for crop improvement. He and his colleagues collected germplasm of crops and their wild relatives globally. In the wake of new agricultural development in the early 1970s, the loss of traditional cultivars and landraces seemed to be the most urgent problem, and massive germplasm collecting efforts were made to address it. A network of international centres was executed from early 1980s to enhance the collection, conservation, evaluation, and documentation of the crop genetic resources (Plucknett et al. 1987). ICRISAT responded to this need by establishing a GRU for assembling, characterizing, evaluating, maintaining, conserving, documenting and distributing germplasm of the mandate crops (sorghum, pearl millet, chickpea, pigeonpea and groundnut) and their wild relatives, and six small millets (finger millet, foxtail millet, barnyard millet, kodo millet, little millet and proso millet).

A recent survey conducted revealed that over 5.55 million plant germplasm accessions have been assembled and conserved in 1308 genebanks, globally (FAO 1996). The database indicates that 48% of all accessions in the genebank are cereals, 16% legumes, 10% forages, 8% vegetables and the remaining include fruits, roots and tubers, fibre crops, oil crops and others. Currently this enormous volume of germplasm resources cannot be used effectively to conduct research and also requires funds for managing the genebank. As Frankel and Brown (1984) indicated, germplasm could be used, for a wider range of characters, if a smaller number of well characterized accessions were to be given priority for use in crop improvement research. To pursue the same idea, Frankel (1984) proposed manageable sampling of the collection or 'core

collection'. A core collection contains a subset of accessions from the entire collection that captures most of available diversity of species (Brown 1989a). The core subset thus formed can be evaluated extensively and the information derived could be used to guide more efficient utilization of the entire collection (Brown 1989b). The reduced collection size will also help in reducing expenses required to manage the genebank. The paper enumerates efforts to enhance utilization of germplasm resources in research and how core and mini-core collections have been of greater use.

### **Assembly of the germplasm**

Soon after ICRISAT was established in 1972, efforts were made to assemble and collect the germplasm. The Rockefeller Foundation, working with the Indian Agricultural programme during 1960s, assembled over 16 000 sorghum germplasm accessions from major sorghum areas, and ICRISAT acquired 11 961 accessions of this collection in 1974 that existed in India and USA. Initially, ICRISAT had also acquired over 2000 pearl millet germplasm accessions assembled by the Rockefeller Foundation in India, and another 2000 accessions collected by the Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Development et la Cooperation (ORSTOM) in Francophone West Africa.

The chickpea and pigeonpea germplasm initially acquired by ICRISAT consisted of the material originally collected and assembled by the former Regional Pulse Improvement Project (RPIP), a joint project of the Indian Agricultural Research Institute (IARI), the United States Department of Agriculture (USDA), and Karaj Agricultural University in Iran. Sets of this germplasm placed in several agricultural research institutes in India and Iran, and at the USDA were donated to ICRISAT in 1973. ICRISAT also acquired over 1200 chickpea accessions from the Arid Lands Agricultural Development Program (ALAD-Lebanon) Similarly, much of the groundnut germplasm was received from the Indian Groundnut Research Program, now the National Research Center for Groundnut (NRCC-Junagadh), and USDA (Raleigh, USA).

ICRISAT also assumed the responsibility of adding new germplasm of the five mandate crops. Special efforts were made to collect or assemble landraces and wild relatives from areas threatened by genetic erosion. Between 1974 and 1997, ICRISAT launched 212 collection missions in areas of diversity in 61 countries and collected 8957 sorghum, 10 802 pearl millet, 4228 chickpea, 3870 pigeonpea, and 2666 groundnut accessions. Apart from ICRISAT's own collection efforts and the major donations cited above, national programmes of other countries, namely, Ethiopia, Sudan, and India contributed to enrich the germplasm collections at ICRISAT.

The existing collections possess over 80% of the available diversity, yet there is continuing need to rescue the endangered germplasm of mandate crops globally. In recent years, a collection mission was organized and 19 samples of foxtail millet; 15 samples of proso millet, and four samples of pigeonpea in North Vietnam were secured. About 80 samples of pigeonpea with remarkable range of seed colour variability was collected from Bangladesh. The Malian national programme, Institut d'Economie Rural Rurale (IER), was interested in collecting groundnut germplasm in the Mopti region of northern Mali. This region is just below the Sahara Desert and is threatened by desertification. To meet this requirement, a mission that collected 23 germplasm samples from the fields or threshing floors was organized. A similar mission for pigeonpea was launched in Tanzania (2001) and 123 samples were collected. In 2002, 38 pigeonpea germplasm samples from Uganda and 48 samples from Kenya were collected. ICRISAT and Tchad Agricultural Research Institute (ITRAD) signed a memorandum of understanding to collect pearl millet, sorghum, and groundnut germplasm in Tchad. The execution of the work resulted in securing 163 germplasm samples (sorghum: 131, millet: 17, and groundnut: 15). Following the Germplasm Acquisition Agreements, ICRISAT has acquired 48 samples of sorghum, 5 of pearl millet, and one of groundnut collected in 1998-99 in Mauritania. The national programme and ICRISAT conducted these missions jointly and also shared the samples.

## ***Germplasm conservation and distribution***

### **Conservation**

Germplasm conservation requires cleaning the seed materials, drying to minimal seed moisture content, storing in cool and dry conditions, and monitoring seed health during storage. In the ICRISAT genebank, the seeds of entire collection are stored in medium-term storage (MTS – 50C; 20% RH) in aluminium cans. Recent seed health monitoring on seeds conserved from 10-25 years (MTS) indicated >75% seed viability for majority of the accessions. Accessions with declining seed viability (<75% seed germination) are regenerated on priority and the old seeds are replenished with fresh stock. Additionally, germplasm seeds are conserved in long-term storage (LTS; -200C) after packing in the vacuumed aluminium foil pouches. Before packing, the seeds are dried to about 5% moisture content with the help of walk-in-drying room (100 m<sup>2</sup> size; 150C and 15%RH) facility. Conservation of the FAO-designated germplasm in LTS facility to about 70% of the entire collection has been achieved.

### **Germplasm distribution**

The ICRISAT Genebank supplies healthy, viable, and genetically pure seeds to research workers. From the beginning of the research (1973) to 1996, about 593 388 seed samples were supplied to users in 134 countries. During the recent years (1997 to 2003), about 70,826 samples have been distributed. Additionally, 69 363 seed samples were distributed within ICRISAT for research and screening against various stresses.

Safety back-up: ICRISAT's agreement with FAO places the germplasm collections under the auspices of FAO, and requires safety duplication preferably at –18°C in countries outside India. There is a memorandum of understanding with the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) for safety duplication of chickpea germplasm and 2000 accessions have been deposited with the institution. Various options for a cost-effective, secure and long-term strategy for other crops are being explored under the World Bank-funded genebank upgrading project.

### ***Insight of the germplasm supplied to users***

One of the main areas of research is to assess the patterns of demand for germplasm accessions to guide future strategies for germplasm regeneration and management. The germplasm distribution data of sorghum, pearl millet, chickpea, and groundnut till 1998 were analyzed, and the following patterns of germplasm demand emerged.

#### **Sorghum**

Of the 36 727 germplasm accessions held in the genebank, 30 570 (83.2%) accessions were distributed at least once. Of this number, about 83% were landraces, 16% breeding material and 1% wild sorghums. Twelve accessions, including three zera-zera accessions were dispatched more than 99 times.

#### **Pearl millet**

Of the 21 392 accessions, 15 366 (71.8%) accessions were distributed at least once during 1973 - 1998. The diversity in the distributed material was almost the same as in the entire collection. A total of 1769 accessions were distributed more than 10 times. IP 4021, an earliest flowering accession from Gujarat, India was distributed 94 times.

#### **Chickpea**

A total of 112 818 samples of 16 311 chickpea accessions were supplied to scientists in 81 countries. A maximum of 302 requests were received for ICC 4973 (L 550), a kabuli cultivar from India. Shannon-Weaver diversity index ( $H'$ ) of the accessions distributed was similar to the accessions contained in the global collection, indicating that the diversity available in the entire collection has been distributed.



### **Groundnut**

All assembled accessions except 794 (5.3% of the entire collection), have been distributed. Countries in Africa have received the maximum number of accessions (92.3%) followed by Asia (76.6%), Europe (5.6%), Americas (5.3%), and Oceania (2.2%). A maximum of 292 requests were received for the ICG 799 (Kadiri 3), a hypogaea cultivar from India.

### **Pigeonpea**

The summary of germplasm distributed from 1974 to 2003 revealed that 65 749 germplasm seed samples were supplied to users. This number was out of 10 648 unique accessions indicating that only 78.1% of the accessions held in the genebank have been distributed. Scientists from India were the major recipients of the seeds (68.7% of the total). The pigeonpea accessions requested most frequently were: ICP 7035 (DSLRL-55), a germplasm collection from Madhya Pradesh (distributed 305 times), ICP 26 (T 21, distributed 267 times), and ICP 7182 (BDN 1, distributed 253 times).

### ***Low utilization of germplasm resources***

The overall summary of germplasm utilization from the ICRISAT genebank, across the crops, over 10 years (1994-2003) indicated that, annually, 302 seed requests (114 inside ICRISAT and 188 outside ICRISAT) were met by supplying 21 431 (9 534 inside ICRISAT and 11 897 outside ICRISAT) seed samples. These figures are lower than that of Marshall (1989) who opined that the germplasm collection use could be considered adequate when the total number of germplasm samples distributed each year is >20% of the total collections or the number of independent requests a year is more than five a year per 1000 accessions.

Information on use of germplasm in ICRISAT's crop improvement programmes is also scanty. The summary of parental lines used in the ICRISAT chickpea improvement programme, for example, (1978-2001) revealed that 12 184 parents were used in making crosses that included only 83 unique germplasm accessions of chickpea and five of wild *Cicer* species. The two most frequently used cultivars were L 550 (847 times) and K 850 (808 times). Similarly, the summary of parental lines used in the ICRISAT groundnut improvement programme (1986-2002) revealed that 23 547 parents were used in making crosses, but this included only 132 unique germplasm accessions of groundnut and 10 of wild *Arachis* species. The two most often used cultivars were Robut 33-1 (3096 times) and Chico (1180 times). In China, the data on utilization of basic germplasm in groundnut breeding was summarized, revealing that only a few lines were used (Jiang and Duan 1998). In the USA, 41 peanut cultivars of Runner, Spanish, and Virginia market types were studied to determine contributions from the ancestral lines and coefficients. Among the Runner market type peanuts, Dixie Giant was a source in all the pedigrees of Runner market type, and the Small White Spanish-1 also appeared in 90% pedigrees. The two lines contributed nearly 50% of the germplasm of Runner cultivars (Knauff and Corbet 1989).

### ***Limitations of large collection***

Owing to the large number, accessions could not be characterized effectively and the documentation was not achieved up to desired levels. This resulted in under utilization of germplasm resources as already quantified in the previous section. It is also costly to manage accessions in the genebank. An accession of self-pollinating species (chickpea), for example, costs US\$ 145.42 whereas cross-pollinating (pigeonpea) costs US\$ 214.88 for conservation in perpetuity (IPGRI 2002). This cost is enormous when the ICRISAT genebank is holding 113 849 accessions of the different crops. Financial support for genebanks is not increasing proportionately with the increase in volume of work; rather, it is scanty and uncertain. It is a necessity, therefore, to derive maximum benefits from the germplasm resources and make germplasm management and use in the genebanks cost-effective. This can be achieved by efficient characterization of germplasm, developing core and mini core subsets and improving the documentation to enhance access to germplasm data.



## **Means to enhance use of germplasm**

### **Germplasm characterization and evaluation**

Agronomic and botanical characterization is necessary to facilitate the use of germplasm. Evaluation of germplasm accessions for traits of agronomic importance enhances its utility for greater use by the research workers. To achieve the same, germplasm accessions of all the crops were sown in batches over the years and characterized for morphological and agronomic traits. Germplasm screening against stresses were conducted in collaboration with various disciplinary scientists. Grains were tested for nutritional value, such as starch, protein, oil content, cooking time, and so forth. Germplasm sets were evaluated over locations jointly with national agricultural research systems (NARS) in India, Nepal, Thailand, Indonesia, Ethiopia, Kenya, West Africa, and more intensively with the NBPGR (India). Following is the progress in brief on crop germplasm characterization at ICRISAT:

#### ***Sorghum***

Germplasm characterization work started in 1973 by sowing the germplasm accessions in batches over the years. During 1997, the status of characterization work was reviewed and the gaps were identified. To fill these gaps, a set of 781 new germplasm accessions was sown for characterization. In addition, data were recorded on 2000 accessions for grain characteristics. About 498 germplasm accessions received earlier from South Africa and 348 accessions of converted zera-zera sorghums were characterized and classified. Protein content of 364 accessions analyzed during 2002 ranged between 8.3 to 17.7%. Out of 122 accessions of wild relatives of sorghum screened for shoot fly resistance, 11 accessions were identified as resistant in addition to the two accessions of sorghum (IS 2146 and IS 18551).

#### ***Pearl millet***

During 1973-96, most of the germplasm accessions of pearl millet had been characterized. Work done was reviewed in 1997 and as result, 197 germplasm accessions were planted in fields in 1997 to record data on some traits that were lacking from earlier years. In subsequent seasons, 1815 and 1394 accessions were sown to record the data on days to flowering, plant height, spike length, and spike thickness.

#### ***Chickpea***

Work on characterizing chickpea germplasm was almost fully achieved by 1996. Only a set of germplasm (66 accessions) awaited characterization and this was accomplished during the 1997/98 crop season. However, data on some traits on part of the germplasm were missing. To achieve the same, 1419 accessions were planted to record data on plant colour, 1995 for flowering duration, and six for growth habit, plant width, seeds per pod, and pods per plant. Forty-nine accessions of wild Cicer were characterized in the field, and another 100 accessions received from ICARDA were sown under extended day length conditions in the glasshouse and characterized for 22 traits. Preliminary screenings of the chickpea collection of Asian origin indicated the presence of good levels of genetic resistance, particularly to collar rot and *Botrytis* grey mould disease.

#### ***Pigeonpea***

In continuing the work of germplasm characterization of pigeonpea, 388 accessions received from USA were sown during 1997 crop season for characterization and seed increase. Seed protein content was estimated on 779 accessions. The values ranged between 14.9 and 24.6%. Information on photoperiod reaction on 11 000 pigeonpea accessions was added to the database. A diverse set of 28 accessions of pigeonpea and 12 related wild species were tested for tolerance to damages by pod fly (*Melanagromyza obtusa* Malloch) and pod wasp (*Tanaostigmodes cajaninae* La Salle). The accessions ICPW 141, 278, 280 (*Cajanus scarabaeoides*), ICPW 14 (*C. albicans*), ICPW 214 (*Rhynchosia bracteata*), and ICPW 202 (*Flemingia stricta*) showed resistance to pod fly and pod wasp damage (Sharma et al. 2003).

### **Groundnut**

Almost all the germplasm accessions had been characterized by 1996 for most of the traits. However, data for one or more traits was lacking for a large number of accessions. Such accessions were planted in fields starting from 1997 and the missing data were recorded. About 158 accessions of wild *Arachis* species were characterized using 70 descriptors. Rosette and early leaf spot (ELS) are the most destructive diseases of groundnut in West and Central Africa (WCA) and southern and eastern Africa (SEA). Out of 4420 groundnut germplasm accessions and 80 accessions of wild species evaluated, 20 genotypes in 1997/98 and 28 genotypes in 1998/99 showed low (<20%) disease incidence. Thirty-five additional sources of resistance to ELS were identified. Of these, 30 are from South America (mostly from Peru and Bolivia) and are Valencia types. Eleven accessions of wild *Arachis* species (ICGs 8131, 13211, 13222, 14855, 14856, 14888, 14875, 14907, 14924, 14939, and 14946) were highly resistant and 15 others were resistant to ELS. Eight wild species accessions (ICG 8131, 8193, 8904, 11560, 13212, 13261 and 15875) with low *Aspergillus flavus* colonization and aflatoxin contamination were identified. In West Africa, 500 accessions were screened over two years for tolerance to *Aspergillus* invasion and aflatoxin contamination. Thirty-one lines were consistently tolerant to seed invasion by *Aspergillus* and aflatoxin production. Against late leaf spot disease, 24 promising sources of resistance were identified from several wild species accessions. Out of 48 accessions of wild *Arachis* species screened against peanut bud necrosis disease (PBND), ICG 8131, ICG 8144, ICG 8944 were identified as disease free and ICG 11551 had <5% disease incidence. Insect-pests reduce yields in groundnuts. With concerted efforts at ICRISAT, several germplasm resistant sources that included six accessions for jassids (*Empoasca kerri* Pruthi) 11 for thrips (*Thrips palmi* Karny), one for aphids (*Aphis craccivora* Koch.), 10 for termites (*Odontotermes* spp.), and two for leaf miner (*Aproaerema modicella* Deventer) (Ranga Rao and Wightman 1999) were identified.

### **Geographical pattern of diversity**

#### ***Chickpea***

Data on 16,820 accessions of chickpea germplasm for seven morphological and 13 agronomic traits, and reaction to fusarium wilt was analyzed to determine phenotypic variation in the accessions from different geographical regions. The means for different agronomic traits differed significantly between regions. The variances for all the traits among regions were heterogeneous. South Asia contained maximum range variation for all the traits. The traits, seed colour and days to 50% flowering showed the highest pooled diversity index. Principal component analysis using 13 agronomic traits and clustering of the first three principal component scores delineated two regional clusters comprising Africa, South Asia, and Southeast Asia in the first cluster and Americas, Europe, West Asia, Mediterranean region, and East Asia in the second cluster (Upadhyaya 2003).

#### ***Groundnut***

Data on groundnut germplasm (13 342 accessions) held in the ICRISAT Genebank for 16 morphological and 10 agronomic traits in two seasons were analyzed to study geographical patterns of variation. The phenotypic variation was found for most traits in all the regions. The means for different agronomic traits differed significantly among regions. The variances for all the traits among regions were heterogeneous. Principal component analysis using 36 traits and clustering on the first seven principal component scores delineated three regional clusters, consisting of North America, Middle East, and East Asia in the first cluster; South America in the second cluster; and West Africa, Europe, Central Africa, South Asia, Oceania, South Africa, East Africa, Southeast Asia, Central Asia and the Caribbean Islands in the third cluster (Upadhyaya et al. 2002).

## Development of core and mini-core collections of mandate crops for enhanced utilization

### *Core collection*

Improvement in yield potential and resistance to biotic and abiotic stresses is an important objective in crop improvement. Plant breeders have successfully improved yield potential of most crops, resulting in large production increases in the past five decades. However, yields have reached a plateau in several crops, and the lack of further significant progress is a cause for concern. One reason for this plateau is that breeders tend to confine themselves to their working collection, consisting largely of highly adapted materials, and rarely use more diverse germplasm sources. In India's chickpea programme, (the world's largest for this crop), for instance, 184 breeding lines evaluated in 2001 included only 13 germplasm lines (mostly for stress resistance) in their pedigrees compared to 284 cultivars/breeding lines. Thus, only a small fraction of available germplasm diversity (ICRISAT's genebank alone contains over 17,000 chickpea accessions) has been used. Studies by Frey (1981) indicate that introduction of new alien germplasm in advanced breeding programmes often increase yield potential. However, it is almost impossible to predict which germplasm accessions(s) will be suitable for use in breeding programmes because of high genotype x environment interactions.

To overcome this problem, Frankel (1984) proposed manageable sampling of the collection or forming a 'core collection'. The core subset can be evaluated extensively and the information derived used to guide more efficient use of the entire collection (Brown 1989b). ICRISAT has developed core collections of pearl millet (Bhattacharjee 2000), chickpea (Upadhyaya et al. 2001a), sorghum (Prasada Rao and Ramanatha Rao 1995; Grenier et al. 2001), groundnut (Upadhyaya et al. 2003), and pigeonpea (Reddy et al. 2004) for research globally.

### *Mini-core collection*

In several crops having thousands of accessions in the *ex situ* collections in the genebanks, even a core collection could be unmanageably large and unwieldy. The International Rice Research Institute (IRRI) rice collection, for example, contains over 80 000 accessions, so even a core subset would be expensive and time-consuming to evaluate. The challenge is to further reduce the size of the core subset without losing the spectrum of diversity. A strategy for sampling the entire and core collections was developed to build up a mini-core subset involving two stages (Upadhyaya and Ortiz 2001). First, a representative core collection (10%) is developed from the entire collection, using information on origin, geographical distribution, and characterization and evaluation data. The core collection is then evaluated for various morphological, agronomic, and quality traits selected, and ultimately, a subset of 10% accessions from the core subset (that is, 1% of the entire collection) that captures most of the useful variation in the crop. At both stages, standard clustering procedures are used to separate groups of similar accessions, and various statistical tests are used to evaluate representatives of the core and mini core collections. We have developed mini-core collections of chickpea (Upadhyaya and Ortiz 2001), groundnut (Upadhyaya et al. 2002).

## Evaluation of core and mini-core subsets to identify useful germplasm

### *Groundnut*

Like elsewhere, the use of genetic resources has been limited in Asian groundnut breeding programmes, resulting in a narrow genetic base of cultivars. Utilization of exotic germplasm in breeding programmes is needed to enhance the diversity of cultivars. The Asian groundnut core collection (Upadhyaya et al. 2001b) consisting of 504 accessions (29 accessions of subsp. *fastigiata* var. *fastigiata*, 245 of subsp. *fastigiata* var. *vulgaris*, and 230 of subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*), along with four control cultivars, was evaluated in multi-environments for 22 agronomic traits to select diverse superior germplasm accessions for use as parents in improvement programmes. Analysis of data, using the residual maximum likelihood (REML) approach, indicated that variance components due to genotypes were significant for all the 22 traits, and genotypes x environment interaction were significant for eight traits. Estimates of

broad sense heritability ranged from 35.45% for pod yield per plant to 97.96% for days to cessation of flowering, indicating relative reliability of selection for different traits. On the basis of performance compared to control cultivars in different environments, 15 *fastigiata*, 20 *vulgaris*, and 25 *hypogaea* accessions from 14 countries were selected. The selected accessions and control cultivars were grouped using scores of the first 15 principal components (PCs) in *fastigiata*, 20 PCs in *vulgaris*, and 21 PCs in *hypogaea*. The clustering by Ward's method indicated that the selected accessions were diverse from the control cultivars. These 60 diverse parents will provide the germplasm that can be used in improving programmes to broaden the genetic base of groundnut cultivars.

From the core of groundnut consisting of 1704 accessions (Upadhyaya et al. 2003), 21 early maturing landraces were selected and evaluated at 12400Cd (equivalent to 75 days after sowing (DAS) and 14700 Cd (equivalent to 90 DAS) in rainy season at Patancheru along with early maturing cv. Chico. ICGs 4558, 4729 and 9930 (1.97-2.15 t/ha) were as early as Chico, but produced 25-36% more pod yields than the early maturing cv. JL 24 at 12400 Cd in the 2001/02 post rainy season (ICRISAT 2003).

The mini-core set of accessions (Upadhyaya et al. 2002) has been useful in identifying better sources for drought resistance. The set was planted in the 2001-02 post rainy season at Patancheru and data were recorded on specific leaf area (SLA) and soil plant analysis development (SPAD) chlorophyll meter reading (SCMR). These two traits can be used as surrogate traits for selecting for water use efficiency (WUE). SCMR values were more strongly correlated with pod yield and other economic traits like 100 seed weight and harvest index than SLA. On the basis of higher heritability and lower proportion of genotype x season interaction variance to phenotypic variance, SCMR appeared to be more stable than SLA. On the basis of SLA and SCMR values compared to control cultivars, six *vulgaris* and 13 *hypogaea* accessions were selected. These accessions and control cultivars were grouped using scores of the first 15 principal components. The clustering by UPGMA method indicated that the selected accessions were diverse and can be used in groundnut improvement programmes to develop WUE cultivars with broad genetic base (our unpublished data).

Promising accessions for low temperature tolerance were selected using core collection of groundnut (Upadhyaya et al. 2003). The set of 1704 core accessions was screened for low temperature tolerance at germination under laboratory conditions. Of the tolerant accessions identified, landraces were selected as they have the original variation and were used to examine other traits of economic importance and genetic diversity. Five accessions that showed tolerance to low temperature, high pod yield and phenotypic diversity were: ICG 4331, 8797, 9515, 11 130 and 13 539. These accessions can be used in breeding programmes to develop high yielding, low temperature tolerant cultivars and to broaden the genetic base (Upadhyaya et al. 2001c).

Holbrook et al. (1997) examined all accessions in the groundnut core collection (Holbrook et al. 1993) for reaction to the groundnut root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood race 1). Thirty-six core accessions showed a reduction in root galling, egg-mass rating, egg count per root system, and egg count per gram of root compared with Florunner. Twenty-one accessions showed a 70% reduction in egg count per root system and per gram of root, and two accessions showed a 90% reduction of these variables compared with Florunner. The striking geographical patterns observed were the relatively large numbers of resistant accessions from China and Japan.

Use of groundnut core collection has also resulted in the first report of resistance to preharvest aflatoxin contamination (PAC) in the US groundnut germplasm collection (Holbrook 1998). Fourteen core accessions were observed to have, on average, a 70% reduction in PAC in multiple years of testing. Six of these accessions exhibited a 90% reduction in PAC in multiple years of testing.

The most agronomically acceptable portion of the core collection has also been evaluated for resistance to *Rhizoctonia* limb rot (*Rhizoctonia solani* Kuhn AG-4) (Franke et al. 1999). This subset of the core collection consisted of 66 accessions having a spreading or spreading bunch growth habit. Six core accessions had a high level of resistance to *Rhizoctonia* limb rot.



### *Chickpea*

From the chickpea mini-core collection consisting of 211 accessions (Upadhyaya and Ortiz 2001), 16 germplasm lines having large seed size were identified (up to 63 g 100<sup>-1</sup>) and evaluated in replicated trials during the 2001/2002 post rainy season. All the 16 lines had greater 100-seed weight than the control cultivars (L 550 and ICCV 2) and 10 of them were also better for seed yield. ICCs 8155, 14194, 14199, 14204, 14205, 14926, and 16670 showed a good combination of large seed size (100-seed weight 42-54 g) and seed yield (1.13-1.56 t ha<sup>-1</sup> compared to 1.11 t ha<sup>-1</sup> for ICCV 2). Diversity analysis indicated that L550 and ICCV 2 were closely related, while the new large-seeded lines from them were diverse. These lines can be used to develop diverse, large-seeded kabuli cultivars.

From the same chickpea mini-core, 28 early maturing accessions were selected and evaluated in a replicated trial along with four controls (ICCV 2, Annigeri, ICCV 96029, and Harigantars) during the 2001/2002 post-rainy season. Seventeen lines had maturity similar to that of Harigantars and greater seed yield. ICC 10629, 10996, 10976, 11021, and 14648 were some of the high-yielding lines that were better than Annigeri (1.44 t ha<sup>-1</sup>). Diversity analysis indicated that the Harigantars, ICCV 2, and ICCV 96029 were closely related and the new lines from them were diverse. Using these lines in breeding programmes will broaden the genetic base of the resulting cultivars.

The mini-core of chickpea (Upadhyaya and Ortiz 2001) was also screened to identify accessions with drought tolerance traits. The depth of root and density are presumed to be the main drought avoidance traits identified to confer seed yield under terminal drought conditions (Turner et al. 2000). The accessions with deepest roots were: ICC 1431, 8350, 15697, 3512 and 11498. These accessions had deeper roots than the already known drought tolerant cultivars, ICCV 2, ICC 4958, and Annigeri (Krishnamurthy et al. 2003).

## **Documentation and information exchange**

### *Documentation*

The vast germplasm data gathered on chickpea and pigeonpea germplasm has been summarized and presented to the users in form of catalogues (Pundir et al. 1988; Remanandan et al. 1988). Multilocational evaluation data were summarized separately and two catalogues on forage sorghum germplasm (Mathur et al. 1991, 1992), one on chickpea (Mathur et al. 1993a), and two on pearl millet (Mathur et al. 1993b and 1993c) were produced. A Manual of Genebank Operations and Procedures was published (Rao and Bramel 2000) documenting the history of the collections, procedures for germplasm acquisition, maintenance, documentation, conservation, and distribution. Existing procedures were reviewed and revised to maintain the collections according to international standards. A taxonomic key for the identification of wild species of the mandate crops has also been included in the manual. Besides these catalogues, several research articles on germplasm research have been published.

### *Genebank Information System*

The genebank operations span from collection and conservation of germplasm to its distribution and use. The need to adhere to international standards of germplasm conservation and ensure transparency requires that these operations are computerized. This measure will help greatly in automating the routine operations of the genebank in a workflow system and in an efficient and timely dissemination of the information. The online genebank management system, developed in Visual Basic<sup>®</sup> 6.0 with SQL Server<sup>®</sup> 7.0 as the backend, is structured to query the available information.

### *System-wide Information Network for Genetic Resources (SINGER)*

The passport information on ICRISAT germplasm collections was updated for the geographic coordinates and location using Microsoft Interactive World Atlas 2000<sup>™</sup>. The available evaluation data have been computerized for nearly 30 000 accessions. The prototype of the new SINGER front-end developed and germplasm databases were web-enabled using SGRP Toolkit. The passport data of sorghum and pearl millet were updated with available geographic information. In sorghum, information on latitude and longitude of the collection sites has been



updated for 15 391 accessions and in pearl millet for 15 745 accessions, including 661 accessions of wild species. The small millets passport and characterization data were harmonized, validated, and replicated to SINGER database. The West and Central Africa groundnut germplasm data were made available on the web. A common but stand alone seed dispatch system for Africa with MS ACCESS' as backend and Visual Basic' as front end was completed. An online core selector programme was developed based on Hintum (1999).

### **Gaps in the germplasm collections**

In the initial years, assembling germplasm that existed with other institutes in India and abroad were given priority. Subsequently, germplasm collecting missions were introduced in areas that were poorly represented. With passport and characterization data and their summarization, specific germplasm types that are not adequately represented in the genebank (genetic gaps) and also less represented regions were arrived at.

### **Way forward**

Some gaps, such as low number of groundnut botanical variety *hirsuta* and *aequatoriana*, and sources for yellow endosperm and white seeds in pearl millet are apparent in the germplasm collection. There is need to secure more germplasm of these types. Germplasm should also be secured from priority regions.

Most germplasm accessions have already been characterized for a minimum set of descriptors. However, some accessions still need to be characterized and this should be given priority.

One of the significant features of the work on core subset has been the impetus that it is giving to exploring the ways in which PGR data can be collated and used more efficiently. Thus there is considerable interest in combining data from evaluation work with that obtained from biochemical or molecular studies in carrying out multivariate analyses of large data sets involving many hundred of accessions.

Germplasm conservation is a dynamic process. Knowledge of a gene pool is never complete and must be improved continually. This raises the question of the way in which changes to the constitution of the core subset should be managed. Accessions shown to have significant new variants that are absent from the core should undoubtedly be added to it, but on what basis and in what way?

If core collections are to be effective as part of a process of improving the conservation and use of plant germplasm, they should be properly documented. Core subsets can act as communication devices and, for this to be effective, the data needs to be widely accessible and used. This requires database management procedures that allow optimal and full exchange and use of the information.

A basic component of the development of core subsets is the collaboration between genebank managers, plant breeders, and other agricultural research scientists. This collaboration will increase qualitatively the effectiveness of the conservations efforts as well as the effectiveness of the breeding and related research necessary for crop improvement. It will also draw on resources that may not otherwise be available to those concerned with conservation.

The core and mini-core subsets developed should be characterized and evaluated extensively to draw benefits for the users. Molecular characterization of the mini-core subsets will help in elucidating the genetic diversity of the collections.

### **References**

- Brown AHD. 1989a. Core collections: a practical approach to genetic resources management. *Genome* 31: 818-824.
- Brown AHD. 1989b. The case for core collections. Pages 136-155 in: *The use of plant genetic resources* (Brown, A.H.D. et al. eds.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, England.
- Bhattacharjee R. 2000. Studies on the establishment of a core collection of pearl millet (*Pennisetum glaucum*). Ph. D. Thesis, CCS Haryana Agricultural University, Hisar – 125 004, India 162 pp.
- FAO. 1996. The state of ex-situ conservation. Page 90. In: *The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. FAO, Rome.

- Franke MD, Brenneman TB, Holbrook CC. 1999. Identification of resistance to *Rhizoctonia* limb rot in a core collection of peanut germplasm. *Plant Dis.* 83:944-948.
- Frankel OH. 1984. Genetic perspectives of germplasm conservation. Pages 161-170. in *Genetic Manipulations: Impact of Man and Society* (W. Arber et al. (ed.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, England.
- Frankel OH, Brown AHD. 1984. Current plant genetic resources- a critical appraisal. Pages 1-13 in *Genetics: New Frontiers. Vol. IV.* (Chopra, V.L., B.C. Joshi, R.P. Sharma, and H.C. Bansal eds.). Oxford & IBH Publ. Co., New Delhi, India.
- Frey KJ. 1981. Capabilities and limitations of conventional plant breeding. Pages 15-65 in *Genetic Engineering for Crop Improvement – Working papers* (Rachie K.O., and J.M. Lyman eds.). Rockefeller Foundation, USA, 1981.
- Grenier C, Bramel PJ, Hamon P. 2001. Core collection of the genetic resources of sorghum: 1. Stratification based on eco-geographical data. *Crop Science* 41: 234-240.
- Holbrook CC, Stephenson MG, Johnson AW. 1997. Level and geographical distribution of resistance to *Meloidogyne arenaria* in the germplasm collection of peanut. *Agron. Abstr.*:157.
- Holbrook CC, Wilson DW, Matheron ME. 1998. Sources of resistance to preharvest aflatoxin contamination in peanut. *Proc. Am. Peanut Res. & Educ. Soc.* 30:21.
- ICRISAT. 2003. Archival Report 2002: Crop management and utilization for food security and health. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh-502 324, India.
- Jiang HF, Duan NX. 1998. Utilization of groundnut germplasm resources in breeding programme. *Crop Genet. Resour.* 2:24-25.
- Knauff DA, Corbet DW. 1989. Genetic diversity among peanut cultivars. *Crop Science* 29:1417-1422.
- Koo B, Pardey PG, Wright BD. 2002. Endowing Future Harvests: The long-term costs of conserving genetic resources at the CGIAR centers. IPGRI, Rome. 30 pp.
- Krishnamurthy L, Kashiwagi J, Upadhyaya HD, Serraj R. 2003. Genetic diversity of drought avoidance root traits in the mini-core germplasm collection of chickpea. *ICPN* 10:21-24.
- Marshall DR. 1989. Limitations to the use of germplasm collections. Pages 105-120 in *The use of plant genetic resources* (Brown, A.H.D., O.H. Frankel, D.R. Marshall, J.T. Williams, eds.). Cambridge Univ. Press, New York.
- Mathur PN, Prasada Rao KE, Thomas TA, Mengesha MH, Sapra RL, Rana RS. 1991. Evaluation of Forage Sorghum Germplasm, Part-1: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 269 pp.
- Mathur, P, Prasada Rao KE, Singh IP, Agrawal RC, Mengesha MH, Rana RS. 1992. Evaluation of Forage Sorghum Germplasm, Part-2: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 296 pp.
- Mathur PN, Pundir RPS, Patel DP, Rana RS, Mengesha MH. 1993a. Evaluation of Chickpea Germplasm, Part-1: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 194 pp.
- Mathur P, Rao SA, Agrawal RC, Mengesha MH, Rana RS. 1993b. Evaluation of Pearl Millet Germplasm, Part-1: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 200 pp.
- Mathur PN, Rao SA, Sapra RL, Mengesha MH, Rana RS. 1993c. Evaluation of Pearl millet Germplasm, Part-2: NBPGR-ICRISAT Collaborative Programme. NBPGR, New Delhi, India. 215 pp.
- Plucknett DL, Smith NJG, Williams JT, Anishetty NM. 1987. *Gene banks and the world's food.* Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Prasada Rao, KE, Ramanatha Rao V. 1995. The use of characterization data in developing a core collection of sorghum. Pages 109-115. in *Core collections of plant genetic resources* (Hodgkin T, Brown AHD, van Hintum Th.JL, and. Morales EAV eds.). John Wiley & Sons, Chichester.
- Pundir RPS, Reddy KN, Mengesha MH. 1988. ICRISAT Chickpea Germplasm Catalog: Evaluation and Analysis. Patancheru, A. P. 503 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 94 pp.
- Ranga Rao GV, Wightman JA. 1999. Status of the integrated management of groundnut pests in India. Pages 435-459. in *IPM System in Agriculture* (Upadhyaya RK, Mukerji KG, Rajak RL, eds.). Aditya Books Pvt. Ltd., New Delhi.
- Rao NK, Bramel PJ. 2000. *Manual of Genebank Operations and Procedures.* Technical Manual no. 6. Patancheru, A. P. 502 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 190 pp.
- Reddy LJ, Upadhyaya HD, Gowda CLL, Sube Singh. 2004. Development of core collection in pigeonpea (*Cajanus cajan* (L) Millasp. *Genetic Resources and Crop Evolution* (in press).
- Remanandan P, Sastry DVVSR, Mengesha MH. 1988. ICRISAT Pigeonpea Germplasm Catalog: Evaluation and Analysis. ICRISAT, Patancheru, India. 89 pp.

- Sharma HC, Pampapathy G, Reddy LJ. 2003. wild relatives of pigeonpea as source of resistance to pod fly (*Melanagromyza obtusa* Malloch) and pod wasp (*Tanaostigmodes cajaniae* La Salle). *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 817-824.
- Upadhyaya Hari D. 2003. Geographical patterns of variation for morphological and agronomic characteristics in the chickpea germplasm collection. *Euphytica* 132: 343-352.
- Upadhyaya HD, Bramel PJ, Ortiz R, Sube Singh. 2002. Developing a mini core of peanut for utilization of genetic resources. *Crop Science* 42: 2150-2156.
- Upadhyaya HD, Bramel PJ, Sube Singh. 2001a. Development of a chickpea core subset using geographic distribution and quantitative traits. *Crop Science* 41: 206-210.
- Upadhyaya HD, Ortiz R. 2001. A mini core subset for capturing diversity and promoting utilization of chickpea genetic resources. *Theoretical and Applied Genetics* 102: 1292-1298.
- Upadhyaya H, Ortiz R, Bramel PJ, Sube Singh 2001b. Development of core collection for Asia region. p 43 in: *Hundred years of post-Mendelian genetics and plant breeding – Retrospect and prospect. Diamond Jubilee Symposium of Indian Society of Genetics and Plant Breeding* (Kharkwal, M.C., and R.B. Mehra eds.). I A R I, New Delhi, India.
- Upadhyaya HD, Ortiz R, Bramel PJ, Sube Singh. 2003. Development of a groundnut core collection using taxonomical, geographical, and morphological descriptors. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 139-148.
- Upadhyaya HD, Nigam SN, Sube Singh. 2001c. Evaluation of groundnut core collection to identify sources of tolerance to low temperature at germination. *Indian J. Plant Genet. Resour.* 14: 165-167.
- van Hintum, Th JL. 1999. The core selector, a system to generate representative selections of germplasm collections. *Plant Genetic Resources Newsletter* no. 118:64-67.
- Vavilov NI. 1926 [Studies on the origin of cultivated plants.] Leningrad 129-238.

## Initial evaluation of *Parkia biglobosa* (Jacq. Benth) provenances from West African countries

P.I. Oni

Forestry Research Institute of Nigeria

### Abstract

Obtaining productive and adapted forest genetic resources in a sustainable forestry programme implies a careful selection of progenies and provenances with promising and desirable traits. *P. biglobosa* (Jacq.) Benth, named after Mungo Park by Robert Brown (1826), has long been widely recognized as an important indigenous fruit tree in all its West African range. Despite its age-long association with traditional agriculture and diverse use, inclusion in regular cultivation has rarely been beyond conservation of natural stands because of late maturity, seldom earlier than ten years in most cases. The present study reports an eight-year update on 15 provenances of *P. biglobosa* from nine West African countries. The trial investigation carried out in Nigeria (Saki, Oyo North) between 1997-2003 reports on initial morphological and survival rates among the provenances. Findings using core samples (25 stands plot<sup>-1</sup>) indicated that Guinea provenance had the best mean survival rate of 79% or (19.75 ± 1.26) and least survival rate of 33% or (8.25 ± 1.7) from Cameroon. Survival rates comparison among provenances showed that Guinea provenance had the best, followed by Benin and then Mali. Cameroon provenance had the least survival, followed by Cote d'Ivoire and then Burkina Faso. Mean total height (m) was also obtained from Guinea, the best surviving provenance (2.98 m ± 0.23) while the least mean total height was observed from the Cameroon provenance (1.18m ± 0.38). Mean tree diameter at 10cm for sapling sizes or for seedlings at collar level ranged between (5.45cm ± 1.16 cm and 11.16 cm ± 1.93). However, optimum diameter was attained from the Mali provenance (P4). This observation was contrary to expectations from the Guinea provenance, while least value was from Cameroon, although there was a general high positive correlation between mean total height (m) and mean tree diameter (cm) for all provenances investigated. Across the range the most relatively stable character among the various provenances was the number of main branches/provenance with a mean value of two for most provenances evaluated. For all the parameters assessed there were statistical significances. Current investigations revealed that *Parkia*, like most other indigenous fruit trees, grows slowly but responds better under improved or professional management. Faster growth is likely when intercropped with food crops with regular management practices including annual ploughing to avoid seasonal fires, regular weeding of the alleys and fertilization. All these practices can enhance early fruiting in progenies selection.

### Introduction

Obtaining productive, well-adapted forest genetic resources to promote sustainable forestry implies a careful selection of progenies and provenances with promising desirable traits of early maturity, and edaphically and ecologically adapted ecotypes. According to Kemp et al. (1979) the purpose of species and provenance trials should be to reduce many possible genotype or environmental combinations to a few proven species or provenances suitable for producing desired forest products on relevant sites.

*P. biglobosa* (Jacq.) Benth, named after Mungo Park by Robert Brown (1826), has long been widely recognized as an important indigenous fruit tree in anglophone and francophone West Africa, from Senegal eastwards to Uganda in the west (Hopkins and White, 1984b; Oni, 1998). Despite its age-long association with traditional agriculture and diverse usage, regular cultivation of the fruit tree has rarely gone beyond conservation of natural stands (Oni et al. 1998). Although FAO (1988) indicated that the demand for the seed merits the establishment of plantations in significant proportions of its range, the plantations are few. The most prevalent



are traditional management of dense populations and selective protection of naturally regenerated stands (Oni, 1997) in locations and countries. According to Kessler (1992), farmers believe that planting of *P. biglobosa* is like tending another crop that has no benefits. The lack of interest in deliberate cultivation is traceable to late fruitification (8-12 years) for most progenies, heights that are too tall at fruiting and excessive tree buttress. Though information exists on growth variations for some progenies in countries (Oni & Ladipo 1987) there is a dearth of information regionally. Coordinated efforts at screening various provenances/progenies for the species range-wide in West Africa started in 1993, when the Forestry Research Institute of Nigeria (FRIN) participated in the International Collaborative Research Project on the Germplasm Conservation and Improvement of *P. Biglobosa* for Multipurpose use in West Africa, funded by the Commission of the European Economic Communities that ended in 1997. One of the goals of the project was to evaluate several *P. biglobosa* provenances from its West African range with the objective of selecting superior lines for subsequent improvement studies to promote or enhance inclusion in regular professional cultivation and in various agroforestry programmes.

### Materials and method

As part of an international collaborative research on germplasm conservation and improvement of *Parkia biglobosa* in its range in West Africa, Nigeria, represented by FRIN, collaborated with four other countries including United Kingdom, France, Netherlands and Burkina Faso in a project sponsored by the European Community. One of the cardinal objectives of the project was to evaluate and screen the various provenances across the species range to select the most promising genotypes for certain criteria. Nigeria and Burkina Faso embarked on regional fruits collection and the seeds were later exchanged before establishing parallel evaluation studies at nursery stage and in trial plots in 1994. FRIN had been working hard to realize the primary objectives of this study since the funding by the European Community stopped in 1997.

The project site was located in Saki at Wasangeri in Oyo North of Oyo State (Lat 80 40'N, 30 0'E). Saki lies in the derived savanna otherwise referred to as the Guinea-Congolian-Sahelian zone (White 1981). The choice of Saki, site apart from edaphic factors, was a result of its location in an area of high resource utilization that has implication for the survival and adoption of research outputs.

The initial nursery was established in 1994 on a one-hectare plot with 70 provenances from 11 West African countries. From these provenances, the best 15 exhibiting the most desirable heterozygosity and fitness were selected across the 11 countries. A nursery evaluation study lasted for nine months (November- July) before seedlings were moved to a permanent site situated at Wasengari on a seven-hectare plot. However, not all the countries met the criteria for selection for the field evaluation study. Selected provenances investigated under the field situation were from nine countries (Table 1).

Table 1: West African countries represented by the provenance evaluation study

Countries	Coordinates	Number of provenances investigated	Number of provenances	Country acronyms
1 Benin	9.10'N, 2.20'E	2	BEN: P6, BEN P9	BEN
2 Burkina Faso	12.45'N, 2.15'W	2	BUR: P13, P15	BUR
3 Cameroun		1	CAM: P10	CAM
4 Cote d'Ivoire		2	RCI: P9, P10	RCI
5 Guinea		2	GUI: P3, P4	GUI
6 Mali		3	MAL: P4, P6, P10	MAL
7 Nigeria	12.05'N, 08.35'E	1	NGA: P3	NGA
8 Senegal		1	SEN: P6	SEN
9 Togo		1	TOG: P4	TOG
Total		15		9



The experimental design was a randomized complete block of 7x 7 (49 plants) per plot laid out in four blocks with 4 m between and within plots (Figure 1). The entire experiment was surrounded by 1 row of randomly selected *Parkia* plants, while 8 m width was provided between blocks and 10m width provided around the entire blocks to serve as fire breaks. The planting was done from 27 – 30 July, 1995. Post establishment cultural practices were carried out by four field assistants whose number was later reduced to two. The main initial silvicultural operation was ring weeding around the main plants, followed by beating up operation carried out from 28 to 30 August, 1995. The first ploughing was from 11 to 18 December, 1995 and, subsequently, annually during the mid dry season (November-December). Based on the project objectives, morphological parameters were collected from 1995 to 2003. Major findings from 2000 to 2003 are covered by the present study. Findings from the various parameters are presented in the results section of the study: 1) Survival count (core samples); 2) Total plant height (m); 3) Stem diameter (10cm above soil mark) (cm); 4) Number of main branches.

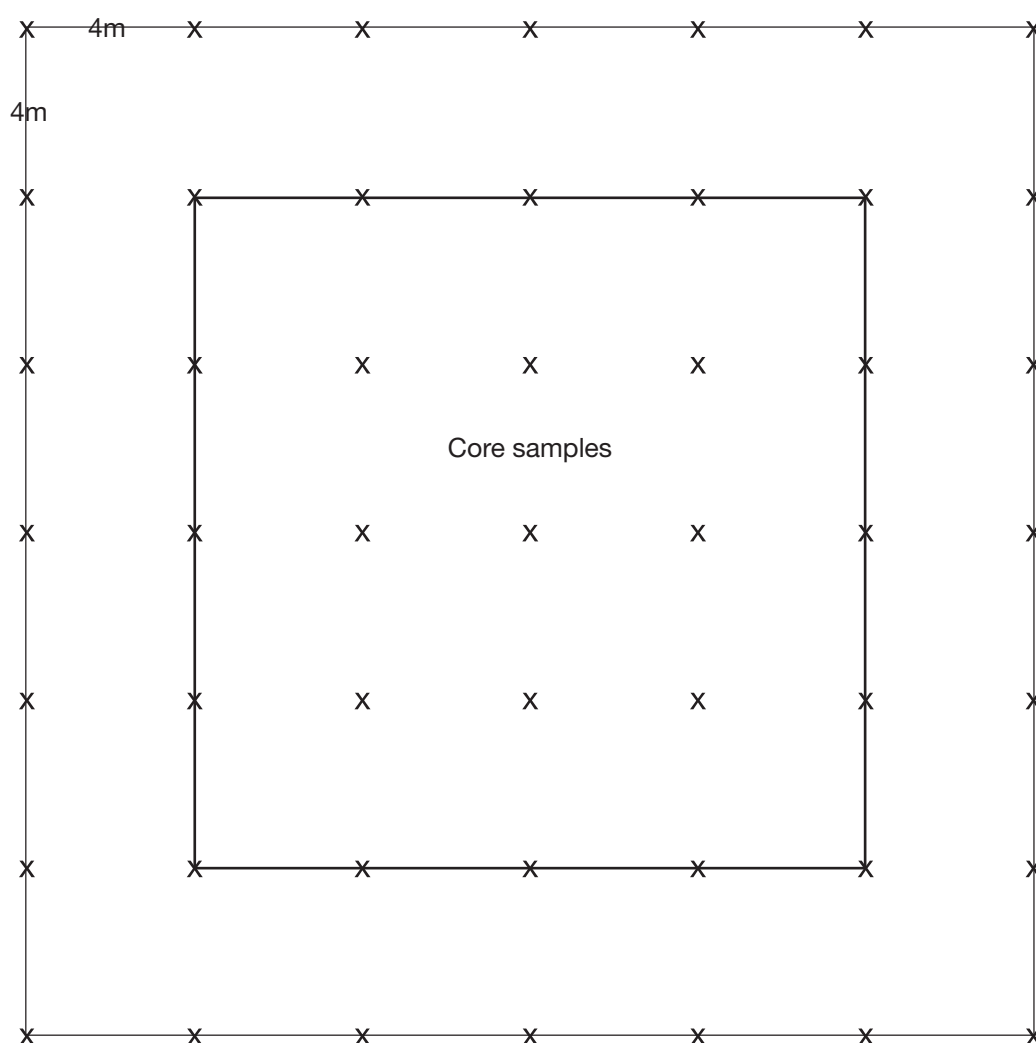


Figure 1: Typical size for the *P. biglobosa* provenance study (49 stands/plot)

### **Results and discussion**

The provenance evaluation study revealed interesting morphological characters and survival across the region and among the different provenances eight years after field establishment as presented in Table 2.

Table 2: Plots layout for *P. biglobosa* provenances (at Wasengeri, Saki, Nigeria)

Provenances	BLOCK 1	BLOCK 2	BLOCK 3	BLOCK 4
1	BEN P9	BUK P4	CAM P10	BEN P9
2	MAL P6	TOG P4	BEN P6	MAL P6
3	NGA P3	MAL P4	GUI P3	BUR P15
4	MAL P10	GUI P3	SEN P6	GUI P3
5	TOG P4	MAL P6	GUI P4	MAL P4
6	BEN P9	RCI P4	RCI P9	BEN P6
7	RCI P9	BEN P6	BEN P9	GUI P4
8	SEN P9	MAL P10	BUR P15	RCI P10
9	RCI P10	RCI P10	TOG P4	TOG P4
10	GUI P4	NGA P3	MAL P4	NGA P3
11	MAL P4	BUR P15	RCI P10	SEN P6
12	BUR P13	BEN P9	MAL P6	BUR P13
13	BUR P15	CAM P10	MAL P10	MAL P10
14	CAM P10	SEN P6	NGA P3	CAM P10
15	GUI P6	GUI P6	BUR P13	RCI P9

Table 3: Mean annual survival count for *P. biglobosa* stands for selected countries in West Africa

Plot No.	Provenance No.	Mean survival count for 2000 5(YAP)*	Mean survival count for 2001 6 (YAP)	Mean survival count for 2002 7 (YAP)	Mean survival count for 2003 8 (YAP)	Percentage (%) survival as at 2003
1	BEN P6	26.75	22.25	21.5	21.0	43.82
2	MAL P6	33.25	32.6	30.25	30.10	63.75
3	NGA P3	30.25	29.75	28	28.0	57.14
4	MAL P10	32.5	30.5	29.25	28.0	59.39
5	TOG P4	31.5	29.75	29.25	28.9	59.69
6	BEN P9	32	30.75	30.25	30.0	61.73
7	RCI P9	29.5	27.66	26.5	26.5	54.08
8	SEN P6	24.25	20.5	19.25	19	39.28
9	GUI P3	28	27.75	25.5	25	52.04
10	CAM P10	17.25	16	14.75	14.55	30.25
11	BUR P15	32	26.5	24.25	23.25	49.48
12	BUR P13	22.5	21	18.5	17.0	37.75
13	MAL P4	30.5	30	29.5	29	60.20
14	GUI P4	36.25	34.75	33.5	33.5	70.91
15	RCI P10	30	28.5	27.25	25	55.61

\* (YAP) Years After Planting

Mean annual die back among the various *P. biglobosa* provenances across the West African range eight years after planting at the permanent site indicated a loss of 29.09% - 69.75% (Table 3). However, Guinea provenance had the best survival (70.91%) while the least provenance performance was observed from Cameroon (30.25%). Mean annual loss of *P. biglobosa* stands on plots and provenance basis is between 1-4 stands or 2-6%. Nigeria provenance showed moderate survival performance (57.14%) but was not exceptional compared with other provenances from the rest of West Africa. Regionally and range-wide, provenance performance was not consistent though there was the tendency to conclude that east of the range provenances were relatively better except for Senegal, while provenances from central range were moderate

in performance. Provenances from west of the range had the least survival rate. In general and considering a maximum of 49 stands per plot, overall survival rate ranged between 30.25%–70.91%, considered as relatively high mortality rate for the various provenances. Some of the problems observed could be attributed to inadequate numbers of staff maintaining the plantation. It is almost impossible for two field staff to manage a 7.5 hectare plot. Other problems could be attributed to annual bush fires from adjacent bush fallows often encroaching the plot despite the presence of fire trace operation. Funds had been limiting in the last few years making ploughing of the plot against annual bush fire impossible during the dry season. Water logging in certain areas of the plot is part of the ecological problem while some vertebrates had been observed cutting the roots and sometimes eating up some *Parkia* stands.

Survival count indicates that *Parkia* provenances displayed quite a contrasting surviving ability after eight years of establishment (Table 4). Optimum survival count range between  $8.25 \pm 1.7$  and  $19.75 \pm 1.26$ . Except for provenances from Senegal and Cameroon, all the other provenances had more than 50% survival after eight years of trial plot investigation.

Table 4: Mean survival count for *P. biglobosa* provenances from West Africa (8 YAP)

Plot number	Provenance No	Mean and standard deviation (sd $\pm$ )	Percentage (%) survival 2003
1	BEN P6	17.25 $\pm$ 3.59	69
2	MAL P6	16 $\pm$ 3.6	64
3	NGA P3	15.25 $\pm$ 2.5	61
4	MAL P10	17 $\pm$ 1.83	68
5	TOG P4	15 $\pm$ 4.76	60
6	BEN P9	17 $\pm$ 4.69	68
7	RCI P9	13.75 $\pm$ 3.94	55
8	SEN P6	11 $\pm$ 1.73	44
9	GUI P3	15.25 $\pm$ 1.7	61
10	CAM P10	8.25 $\pm$ 1.7	33
11	BUR P15	16.25 $\pm$ 6.39	65
12	BUR P13	13 $\pm$ 6.27	52
13	MAL P4	14.5 $\pm$ 3.69	58
14	GUI P4	19.75 $\pm$ 1.26	79
15	RCI P10	14.25 $\pm$ 3.6	57

\* (YAP) Years After Planting

Height increment seven years after planting in the species indicated a maximum height of  $2.98 \pm 0.23$  m corresponding to the provenance from Guinea (GUI P4) (Table 5). The least observed total height ( $1.18 \pm 0.38$  m) was from the Cameroon provenance (CAM P10). Comparing survival and height as indicators of provenance vigour, there was a direct positive relationship between mean height and survival rate. The provenance from Guinea that demonstrated the highest percentage survival also had the best height performance and correspondingly with the provenance from Cameroon. Nigeria's provenance also showed medium performance for this parameter. Mean annual height increment among the various provenances was estimated to range between 15 cm and 45 cm. This may be regarded as low, but even where the species grows as sole stands under optimum nutrition, annual height increment of 19 cm was observed (Awodola 1993). The highest annual height increment of 1.21 m reported (Fagbemi 1994) was obtained in mixed cropping. When *Parkia* was a component of an agro-forestry programme, mean height of 3.5 m was reported 10 years after planting (Fagbemi 1994). This is one of the most prevalent physiological problems with several indigenous multipurpose fruit trees.

Table 5: Mean tree total height (m) increment among *P. biglobosa* provenances from West Africa (8\*YAP)

No	Provenance	Height (mean +sd)(m)
1	BEN P6	1.67 ± 0.37 c
2	MAL P6	2.52 ± 0.39 ab
3	NGA P3	2.67 ± 0.58 ab
4	MAL P10	2.56 ± 0.46 ab
5	TOG P4	2.62 ± 0.69 ab
6	BEN P9	2.45 ± 0.33 ab
7	RCI P9	2.55 ± 0.69 b
8	SEN P6	1.86 ± 0.51 c
9	GUI P3	1.29 ± 0.44 c
10	CAM P10	1.18 ± 0.38 c
11	BUR P15	2.72 ± 0.11 ab
12	BUR P13	2.32 ± 0.77 ab
13	MAL P4	2.29 ± 0.58 ab
14	GUI P4	2.98 ± 0.23 a
15	RCI P10	2.76 ± 0.43 b

(YAP) Years After Planting

\*P&lt; 0.05) Means followed by different alphabets along the column are statistically significant

Mean diameter increment among *Parkia* provenances from West Africa indicated a range of  $5.45 \pm 1.16$  cm for the Republic of Benin and  $11.16 \pm 1.40$  cm for the Mali provenance (Table 6). Mean annual diameter increment was estimated to range between 0.68 mm and 1.52 cm. However, there was a slight deviation in the relationship between the height and diameter increment. The Guinea provenance that had the tallest height did not show the same for diameter. Height increment in *Parkia* is sometimes influenced by annual coppice re-growth

Table 6: Mean tree diameter increment among *P. biglobosa* provenances (8\*YAP)

	Provenance No	Diameter (cm) (mean +sd)
1	BEN P6	5.87 ± 1.64 bc
2	MAL P6	8.32 ± 1.07 bc
3	NGA P3	8.94 ± 2.79 bc
4	MAL P10	9.49 ± 1.99 bc
5	TOG P4	8.37 ± 2.22 bc
6	BEN P9	8.46 ± 2.55 bc
7	RCI P9	7.98 ± 3.09 bc
8	SEN P6	6.85 ± 2.68 bc
9	GUI P3	5.93 ± 2.28 bc
10	CAM P10	5.45 ± 1.16 c
11	BUR P15	8.89 ± 3.03 ab
12	BUR P13	7.41 ± 1.54 bc
13	MAL P4	11.16 ± 1.93 a
14	GUI P4	9.88 ± 2.1 abc
15	RCI P10	9.47 ± 1.75 ab

\* (YAP) Years After Planting

\*P&lt; 0.05) Means followed by different alphabets along the column are statistically different

that often results in increased basal diameter without a corresponding height increment. Diameter increment comparison among the blocks and provenances indicated significant differences. Fatubarin (1987) indicated that suckering, as a result of annual burning in the species is a strategic survival mechanism in *P. biglobosa* and in most cases expanded base results due to secondary re-growth.

Branching habit among the provenances showed that at eight years after establishment, most provenances exhibit two main branches per tree (Table 7). However, branches per stand ranged between  $1.65 \pm 0.52$  and  $2.83 \pm 0.45$  across the region. Branching habit comparison among the countries did not show a particular trend in the west to east but the highest number of branches per provenance was observed from the west (Burkina Faso) while the lowest number of branches per provenance was obtained from the east (Cameroon). The Nigeria provenance was moderate for branching habit with a mean number of branches of  $(1.98 \pm 0.52)$ . Analyses of variance for number of branches among the provenances were statistically significant (L.SD. 0.05).

Table 7: Mean branch numbers for *P. biglobosa* provenances from West Africa (7\*YAP)

Serial number	Provenance No	No of branches (mean +Sd)
1	BEN P6	$2.14 \pm 0.57$ bc
2	MAL P6	$2.05 \pm 0.22$ bc
3	NGA P3	$1.98 \pm 0.53$ bc
4	MAL P10	$2.00 \pm 0.74$ bc
5	TOG P4	$1.84 \pm 0.18$ bc
6	BEN P9	$2.38 \pm 0.45$ bc
7	RCI P9	$2.00 \pm 0.67$ bc
8	SEN P6	$1.81 \pm 0.55$ bc
9	GUI P3	$1.90 \pm 0.62$ bc
10	CAM P10	$1.65 \pm 0.48$ c
11	BUR P15	$2.83 \pm 0.4$ a
12	BUR P13	$1.98 \pm 0.23$ bc
13	MAL P4	$2.13 \pm 0.68$ bc
14	GUI P4	$2.23 \pm 0.51$ abc
15	RCI P10	$2.47 \pm 0.4$ ab

\*P< 0.05) Means followed by different alphabets along the column are statistically different

## Conclusion

*P. biglobosa*, an important indigenous multipurpose fruit tree, displays broad-base ecological amplitude in its West African range. In view of its economic potential in rural economy it had attracted research attention from time immemorial. However, attempt at harnessing and evaluating its full genetic variations and potential across its range is recent and through findings from the present study, it could be concluded that the species displays high genetic variations for the initially assessed morphological parameters.

Provenances from the east of the range tend to display better desirable characters compared with west or central range of the species. The provenance from Cameroon was particularly poor for most of the characters evaluated, while Nigeria's provenance was medium. Despite the slow growth that had been reported for the species, improved response could be obtained under professional management compared with wide stands. Improved silvicultural practices are likely to enhance onset of fruiting in the species.

As part of the strategic management options, the tree should be intercropped with some arable crops especially within the first five years of establishment. This will not only encourage



active interactions between the tree and food crops but provide improved management and income to the farmers. Monitoring of the species still continues until the first fruiting activity is observed among the provenances.

## References

- Awodola AM. 1993. Effect of sources and rates of NPK supply on growth of *Parkia biglobosa* (R.Br.Ex G.Don) seedlings in the semi arid zone. Proceedings of the 20th Annual Conference of the Forestry Association of Nigeria 134-144).
- Brown R. 1826. Essay on the plants of Oudney, Denham and Clapperton. In: Narrative of travels and discoveries in northern and central Africa in years 1822, 1823 and 1824. Eds. D. Denham, H. Clapperton & W. Oudrey, pp. 208-246. Murray, London, U.K.
- Food and Agriculture Organization. 1988. Appendix 5 Forest Genetic Resources priorities 8 Africa Report of the Sixth Session of the FAO Panel of Experts on Forest Genetic Resources. Held in Rome Italy 10-12 Dec 1985, 12-79.
- Fabgemi T. 1994. Performance of *Parkia biglobosa* and *Leuceana leucocephala* in mixed silviculture with *Gmelina arborea* in the savanna zone of Nigeria. African Crop Science Journal 2: 279-284.
- Fatubarin A. 1987. Observation on the natural regeneration of the woody plants in a savanna system in Nigeria. Tropical Ecology, 28:1-8.
- Hopkin HC, White F. 1984b. The ecology and chorology of *Parkia* in Africa . Bulletin du Jardin Botanique, National de Belgique. Bulletin National Plantentium Belgique 54 235-266.
- Kessler JJ. 1992. The influence of karite (*Vitellaria paradoxa* and nere (*Parkia biglobosa* trees in sorghum production in Burkina Faso. Agroforestry Systems 17: 97-118.
- Kemp RH. 1979. Seed Procurement for Species and Provenance Research. In: A manual on species and Provenance Research with particular reference to the Tropics. pp. 32-48. Compiled by Burley J and Wood P.J Tropical Forest Papers No 10 Common Wealth Forestry Institute University of Oxford, UK.
- Oni PI. 1997. *Parkia biglobosa* (Jacq. Benth) in Nigeria: A resource assessment An unpublished PhD Thesis, School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor. 220 pp.
- Oni PI, Hall J,B, Ladipo DO. 1998. The ecology of a key African multipurpose tree species; *Parkia biglobosa* (Jacq) Benth: the current state of knowledge.) Nigerian Journal of Ecology Vol. 1 pp. 59-77.
- Oni O, Ladipo DO. 1987. Growth variations in some progenies of *Parkia biglobosa* . Paper presented at the 16th Annual Conference of Genetics Society of Nigeria 9-13th April, 1989 Nigeria. 9 pp.
- White F. 1983a. Vegetative descriptive memoir to accompany the UNESCO/ AETF/UNSO; vegetation map of Africa. UNESCO Natural Resources Research 20. UNESCO, Paris. 356 pp.

## Morphological characterization of frafra potato (*Solenostemon rotundifolius*) germplasm from the savannah regions of Ghana

M.O. Opoku-Agyeman<sup>1</sup>, S.O. Bennett-Lartey<sup>1</sup>, R.S. Vodouhe<sup>2</sup>, C. Osei<sup>3</sup>, E. Quarcoo<sup>3</sup>, S.K. Boateng<sup>1</sup>, E.A. Osekere<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CSIR Plant Genetic Resources Centre (PGRC), Bunso, Ghana

<sup>2</sup> Bioversity International, Office of West and Central Africa, Cotonou – Benin

<sup>3</sup> Savannah Agric. Res. Inst. (SARI), Nyankpala – N/R

### Abstract

Frafra potato is a root and tuber crop grown mainly in the Guinea and Sudan Savannah agro-ecological zones of Ghana. It has been observed that the crop also does well in the moist semi-deciduous forest ecology. The need to promote this under-utilised crop and safeguard its diversity is paramount owing to its nutritional, agronomic, socio-cultural and socio-economic importance for the savannah regions of Ghana. Fifty-six accessions of frafra potato germplasm from the Northern, Upper East and Upper West regions of Ghana have been collected and are being conserved. Studies on morphological characters of the germplasm have been carried out on field grown plants. A locally prepared draft descriptor of ten aerial characters and three underground characters were used for characterizing the crop. Several morphotypes clustered in nine groups were found in the collection based mainly on fresh tuber weight, tuber skin colour (periderm), tuber shape and leaf and stem pigmentations. The positions of pigmentation as expressed on leaves were sometimes inconsistent even within the same accessions. The need for characterization in different agro-ecological zones has been recommended.

### Introduction

Frafra potato is a root and tuber crop grown and consumed mainly by people in the Northern and Upper regions of Ghana. Dittoh et al. (1998) have cited numerous authors as having found this crop in the savannah areas of neighbouring countries, such as Benin, Burkina Faso, Mali, Nigeria and Togo. It has also been found in Sri Lanka, Malaysia, Indonesia and South-East Asia (Kay 1973). However, in Africa, the crop is believed to have originated from Ethiopia from where it spread to other areas (Tindall 1983). The small tubers of the crop are boiled, dried and stored for times of food scarcity especially during planting seasons. It is also boiled and eaten as snack. In his dissertation, Abapol (1997) enumerated some medicinal and socio-cultural importance of frafra potato in the treatment of dysentery, blood in urine and eye disorders in Africa. The crop also has a lot of socio-cultural importance, such as presentation as gifts to in-laws, served as food to mourners at funerals, and snacks at child naming ceremonies. A local alcoholic drink has also been brewed from frafra potato, (Abapol 1997).

This crop species that was known in certain cycles as *Coleus dysentericus* because of the assertion that it cures dysentery (Trindall 1983), has been given different names by different authors: *Coleus rotundifolius* (Vasudevan and Jos 1989; Bejoy et al. 1990; Mohankumar et al. 1990); *Plectranthus esculentus* (Kyesmu and Akueshi, 1989), *Coleus parviflorus* (Yayock et al. 1988; Abbiw 1990). It is now, however, mostly called *Solenostemon rotundifolius* Poir (Tindall 1983) from the family Labiatae (Dupriez 1989; Philips 1997).

Frafra potato is also called “Persa”, “Peh-ha”, “Per-aha”, “Pe-insa” or “Hasia” in Kusal, Dagare, Frafra, Buli and Sissali dialects, respectively. It is considered to have great potential given its nutritional, agronomic, socio-cultural and socio-economic importance for the savannah regions of Ghana (Dittoh et al. 1988)

Frafra potato is a bushy herb about 30 cm tall. It is a succulent plant characterized by a square stem in cross section (Dupriez 1989). The stem is short, stout, erect and glabrous (Thiselton-Dyer 1900). Dupriez (1989) rightly described the leaves of frafra potato as opposite on the stem, oval, serrate, irregular and plucked with a length of 5 to 7 inches and covered with

hairs. Whilst this description suits the collection in Ghana, the accessions within the current collection had crenate leaf margins instead of serrate.

The crop has a terminal spike of zygomorphic flowers (Omotoyo 1977). Dupriez (1989) described the flowers as whitish to pink. Tindall (1983) also noted that the flowers are small and violet and borne on elongated terminal raceme, with the calyx being 21 mm long and campanulate. He also added that the upper tooth of the calyx is large and ovate and the lower tooth small and deltoid. Thiselton-Dyer (1900) described the corolla as measuring 6.35 mm long and hairy outside.

The shallowly fibrous root systems of frafra potato produce tubers that vary in shape, roughly cylindrical and about 5 cm long (Dupriez 1989). However, different shapes and sizes even within same varieties have been observed. These tubers are known to have excellent taste and are comparable to that of Irish potato (*Solanum tuberosum*).

Crop genetic resources are the building blocks for any breeding work for improvement. This crop has become of interest in genetic resources management and breeding because of its gradual extinction, due partly to its labour intensiveness, relative poor yields and unattractive tuber sizes. Frafra potato has not been systematically characterized in Ghana. There is an obvious need for improving this crop that appears to have escaped the attention of breeders in Ghana. The need to collect available germplasm of the crop and develop descriptors for their characterization for conservation and use in Ghana was felt, hence, this preliminary work.

This study was undertaken to characterize and familiarize with the available diversity in frafra potato using morphological traits.

### **Materials and methods**

The germplasm was collected from the Northern, Upper East and Upper West regions of Ghana. The study was carried out at the Plant Genetic Resource Centre (PGRC), Bunso, which is located in moist semi-deciduous forest ecology. The soil type of the field where the germplasm was grown for the study is a sandy clay loam classified as 'Eutric cambisol' and locally referred to as 'Birim' (SRI 1997). Fifty-six accessions of frafra potato currently being conserved at the PGRC, Bunso, were used. These were planted on 1 m<sup>2</sup> beds (9 plants/bed) in a randomized complete block with three replicates. Five plants per bed were randomly selected and tagged for scoring on the qualitative characters. A draft descriptor for frafra potato was designed with the aid of other root and tuber crop descriptors (IBPGR 1990). Thirteen characters were studied. These were: (1) Presence of anthocyanin pigmentation, (2) Position of anthocyanin pigmentation on leaves, (3) Predominant leaf colour, (4) Predominant stem colour, (5) Presence and position of secondary leaf colour, (6) Flowering, (7) Colour of inflorescence stalk, (8) Colour of flower buds, (9) Colour of petals, (10) Number of open flower buds, (11) Tuber shape, (12) Tuber skin colour, (13) Range of tuber sizes. All the characters were studied after most of the accessions had flowered.

Percent distribution of the different categories in the data for the various characters was calculated. The data were then subjected to a cluster analyses for a grouping of the accessions with an output in a dendrogram.

#### **Presence of pigmentation on leaves**

There is anthocyanin pigmentation on the leaves of some accessions of frafra potato. The pigmentation, when present, could be on all leaves or on some leaves of the particular accession. These patterns were studied by recording their absence and presence on some leaves by visual appreciation.

#### **Position of anthocyanin pigmentation on leaves**

When it became clear that some or all leaves had pigmentation, the position of this on the leaves also followed certain patterns. The observed patterns were scored as not pigmented, present at the leaf tip, at the middle of leaf lamina and present at the margins and the tip of the leaf lamina.

**Predominant leaf colour**

Leaf colours referred to the general colour of the leaf besides any anthocyanin pigmentation. The colours observed were green, light or yellowish-green and olive-green using the colour chart.

**Predominant stem colour**

Unlike in the case of the leaf where the main leaf colour was consistently a shade of green, the predominant stem colours were varied green, light green, yellowish-green and purple.

**Presence and position of secondary stem colour**

Most accessions had a secondary stem colour besides the predominant stem colour. These also varied in their position on the entire stem. The most common positions were scored as wide longitudinal stripes in opposite faces of the quadrangular stem, thin longitudinal stripe, nodal pigmentation and others referred to as undefined.

**Flowering**

Presence and frequency of flowers were recorded as 0=No flowering, <5 flowers = very few flowering, >5 < 20 average = flowering and >20 flowers = abundant flowering.

**Colour of Inflorescence stalk**

This was recorded on the position just above the terminal opposite leaves to the terminal flower buds of the racemose inflorescence. The observed colours were scored as green, brownish-green and brownish-purple.

**Colour of flower buds and petals**

The colour of flower buds was scored as dark brown, greenish purple, and dark brownish-purple. The colour of petals was scored in closed buds for accessions where there was flowering budding that failed to open, as light-purple and dark blue/purple.

**Number of open flower buds**

Ten best inflorescence-bearing branches in each replicate were randomly selected by visual appreciation at an advanced stage of flowering (About 120 days after sprouting). The frequency of open buds (with petals) was scored as: 0=none, <5 flowers = very few, 5 < number of flowers <20 = few and >20 flowers = many.

**Tuber size**

This trait was obtained by dividing the mean weigh of the 10 largest tubers over the mean weight of the 10 smallest tubers in each of the accessions. The resultant figures that had no units and ranged between 0.05 and 23.82 with a mean of 9.01, were ranked from 1 to 5 (1 = very small and 5 = very big).

**Tuber shape**

Tubers from the three replicates were bulked. At least 30 tubers from the bulk were selected at random. An already determined group of shapes was used to characterise the tubers. The shapes that were predominant in each accession were recorded. The shapes were irregular, elliptical, obovate, oblong, spherical and undetermined, the latter being for the branched and amorphous looking tubers.

**Tuber skin colours**

Freshly harvested tubers from the different replicates were bulked and seven tubers picked at random. These were cleaned of all soil particles by washing in water and air drying overnight before characterising.

All the characters that are colour based were scored using the Methuen handbook of colours charts (Kornerup and Wanscher 1978).

Some accessions had missing data. And, since in this particular study missing data could not be calculated, accessions that had missing data and some characters that the draft descriptors could not cover, were given as another variant in some cases, using terms such as uncharacterized, undetermined, and not defined.

### **Results and discussion**

There were variations in all the 13 characters observed in this study.

#### **Presence of pigmentation on leaves**

In the character 'incidence of pigmentation, there were four variants. These were: (1) pigmentation found on apical leaves only, (2) pigmentation found on all leaves, (3) pigmentation found on selected leaves and the other variant (4) not defined. Not defined here means "not clear cut according to the descriptors used". Accessions with pigmentations on all leaves dominated the collection with 34% followed closely by accessions with pigmentations only on apical leaves with 30%.

#### **Position of anthocyanin pigmentation on leaves**

The variants were: (1) pigmentation found at the leaf margins (edges) and then concentrated at the tip, (2) pigmentation concentrated at the centre towards the tip, (3) pigmentation found only at the tip and (4) undefined and scattered including those that had no pigmentation. Accessions with pigmentation at the leaf tip formed over 52% of the collection with the other variants being almost fairly distributed.

#### **Predominant leaf colour**

In the character 'Predominant leaf colour, three variants were found. These were (1) green, (2) light-green and (3) olive-green. Over 90% of accessions had green leaves. The leaf colours were independent of the incidence and position of anthocyanin pigmentation on them.

#### **Predominant stem colour**

There were four distinct colours. These were: (1) yellowish-green, (2) green, (3) light-green and (4) purple. Over 55% of accessions had green as the predominant stem colour.

#### **Presence and position of secondary stem colour**

Besides the main stem colours, there were incidence of secondary colours just as in the leaves. There were: (1) longitudinal stripes on two opposite sides of the squared cross section stem and on the nodes and (2) longitudinal stripes only. In this case they were not all opposites but could also be found on a single face or two faces but not necessarily opposite, (3) secondary colour on the nodes only and (4) undefined. There were over 50% of accessions that fell in this last category.

#### **Flowering**

The character flowering varied from no flowering to abundant flowering: (1) no flowering (2) very little flowering (3) average flowering and (4) abundant flowering. The end of flowering is an indication of tuber maturity according to farmers. In accessions that do not flower, leaf senescence would be the guide to maturity. At this stage, however, many tubers are found to have deteriorated.

#### **Colour of inflorescence stalk**

The following variants were found: (1) green (2) brownish-green and (3) brownish-purple. Over 65% of accessions fell in the category of green.

#### **Colour of flower buds**

The colour of flower buds had three variants: (1) brown, (2) greenish-purple and (3) dark-



brown or dark-purple. Most of the accessions fell between brown with 43% of accessions and greenish-purple with 49%.

### Colour of petals

There were four variants in the colour of petals that were as follows: (1) closed flower buds, (2) light-purple petals (3) dark purple petals and (4) uncharacterised. More than 46% of accessions of the collection had closed buds while the remaining accessions either had light-purple (25% of accessions) or dark-purple (15% of accessions).

Despite the beautiful flower petals which attract a lot of insects, no fruiting has been observed on frafra potato in the Bunso environment or elsewhere in Ghana.

### Number of open flower buds

The number of open flower buds had five variants. They were: (1) not characterized, (2) non-meaning no flower bud opening, (3) very few opening, (4) few opening and (5) many flower buds open. Despite many flowers falling even before data were recorded, it was always clear that some accessions had profuse bud opening with many insects visiting while others were not as colourful. However, accessions with no bud opening dominated the collection with over 40%.

Although the collection has been observed over years and different seasons, some accessions did not flower at all.

### Tuber shape

In tuber shapes, it was observed that different shapes could be found in the same accessions. It is unclear whether mix-ups have originated from the germplasm donors. It was, however, clear that certain shapes dominated in most of the accessions. The observed shapes were: (1) undetermined, (2) mostly elliptical, (3) mostly irregular, (4) mostly oblong, (5) mostly obovate and (6) mostly spherical. The elliptically shaped tubers dominated the collection with 28% of accessions while the least were undetermined and spherical with 9% of accessions each.

### Tuber skin colour

In tuber skin colour, six categories were observed. These were: (1) uncharacterized materials, (2) greyish-orange, (3) reddish-brown, (4) greyish-brown, (5) brown, (6) violet or dark brown and (7) black. The dominant colour was violet or dark-brown with 25% of accessions. Dittoh et al. (1998) studied some germplasm from northern Ghana and observed that there were three main varieties in their collection based on tuber skin colour. It was, however, not clear whether colour charts aided them or they used visual appreciation. Tindall (1983) also observed three varieties that he called 'rubra', 'nigra' being red-grey, black and white tuber skin colours respectively. It was, however, observed in this study that even within those tubers considered as black visually, there could be as much as three different shades of colours, such as dark-brown and violet-brown that have been put together in this study for convenience.

There were very isolated cases of tuber skin 'deformities', such as short horizontal scars called alligator skin in sweet potato (*Ipomoea batatas*). Other deformities were constrictions and nodules, the latter suspected to be caused by nematodes.

Notwithstanding the different tuber skin colours, the tuber flesh in all accessions was white.

### Tuber size

There were five categories of tuber sizes. Frafra potato tubers are known to be small (about 28g, Yidana, in personal communication) especially those from the Savannah regions where they are cultivated. At Bunso, however, tubers as heavy as 480g were found. About 22% of accessions had tubers within the categories of 'big' and 'very big'. The very small tubers, however, dominated in the collection with 29% of accessions being in that category.

Some speculative reasons assigned for this difference in tuber sizes are the deeper top soil, better soil fertility and heavier rainfall in the moist semi-deciduous forest ecology where Bunso is located, against the Guinea savannah ecology in northern Ghana.

The crop produces a lot of tubers but this could vary greatly even within the same accession. Inter accessional differences in number of tubers of seven to over 60 has been observed. The crop spreads and produces tubers at every node that touches fertile ground (layering). Such tubers are, however, small (<20g).

A dendrogram obtained through an average linkage hierarchical cluster analysis of the 13 characters puts the collection in nine groups at 60% of the characters as being dissimilar. Some of the major distinguishing characters have been summarized in Table 1. Strictly the grouping based on the dendrogram could have been less (3 or 4). Nine groups have been made out to elucidate events observed in the field. A lesser number of groups would have a wide inter group variability difficult to summarize in a table. The accession with collection number QA 99 055 and numbered 44 on the dendrogram should strictly belong to group one. This has been separated due to its peculiar olive-green leaves, apical leaves pigmented at the centre of leaf lamina through the tip and with a purplish stem.

### **Conclusions and recommendations**

There are more frafra potato morphotypes than is reportedly known. There actually could be more than just nine morphotypes in the collection at Bunso given that the draft descriptors used for the characterization were not sufficiently sharp to capture the available variability. This is evidence in the good number of character variants that were left either as uncharacterized or as undetermined. The crop, if given the necessary attention, can be high yielding. The assertion that the crop grows in the savannah is debatable due to its preliminary performance at Bunso which is located in the moist semi-deciduous forest ecology. The results obtained so far would be most helpful in improving the draft descriptor for frafra potato.

There is need to characterize frafra potato germplasm in the three major agro-ecological zones and compare results. This would be useful in developing a national descriptor. The available collection should also be characterized with molecular tools where results could, as pertaining to genetic variability, be even finer.

Table 1: Some major characters of the various groups in the germplasm of *fratira* potato at Bunso

C h a r a c t e r i s t i c s										
Numbers as on dendrogram	Leaf colour	Incidence of pigment and position	Predominant stem colour	Incidence of flowering	Colour of inflorescence stalk	No. of open flower buds	Colour of petals	Tuber shape	Tuber skin colour	Tuber size
(Group 1) 15, 21, 10, 13, 11, 14, 3, 38, 39, 45, 1, 2, 29, 5, 20	Green	Mostly apical leaves and at tip	Light green, green	Mostly very few	Greenish-purple, green	None or uncharacterized	Unopened flower buds	Elliptic Obovate	Violet brown, Brown	Very small to average
(Group 3) 19, 22, 17, 16, 40	Green, Light green	Leaf tip	Light green, green	Few	Green	Uncharacterized	None	Obocata Spherical, Oblong	Violet brown, Brown	Very big
(Group 2) 44	Olive-green	On apical leaves central to tip	Purple	Very few	Brownish-purple	—	—	Elliptic	Greyish-brown	Very small
(Group 4) 18, 53, 37, 48, 48, 50, 6, 51, 52	Green	No pigmentation or very little at margin	Light green	Abundant	Brownish-green	Few	Dark-purple	Oblong Elliptic	Reddish-brown, Greyish-brown	Big and very small
(Group 5) 32, 49, 42, 55	Green	Pigmentation on all leaves	Green, Light green	Abundant	Purple/Dark brown and Brownish-green	Mostly few	Dark Blue purple	Obovate Oblong Spherical	Reddish-brown, Greyish-brown, Violet brown	Very small and very big
(Group 6) 43, 47, 46, 56, 54	Green, Olive green	On apical leaves	Light green, purple	Abundant	Green, Brownish-purple	Very few, few	Light-purple	Elliptic	Violet brown Dark brown	Average to big
(Group 7) 24, 41, 4, 9, 7	Green	Undefined	Green, Yellowish-green	No flowering, Very few	—	—	Reddish-brown, Light-brown	Oblong	—	Very small and average
(Group 8) 31, 33, 34, 35, 12, 25, 26, 27	Green	Pigmentation on all leaves and scattered	Green	Abundant	—	—	—	Oblong Irregular obovate	Reddish-brown, Greyish-brown	Very small to big
(Group 9) 8, 36	Green	Not defined	Light green	Very few, few	—	—	—	—	—	—

## References

- Abapol RR. 1997. Assessment of the performance of some Frafra potato accessions in Nyankpala area of Ghana. A dissertation submitted to the faculty of agriculture, UDS, in partial fulfilment of the requirement for award of the BSc. (AGRIC Tec.) Degree. pp. 21-33.
- Abbiw DK. 1990. Useful Plants of Ghana. Public Intermediate Technology. Publication and the Royal Botanic Gardens, Kew p. 37.
- Bejoy MK, Vincent A, Hariharan M. 1990. *In vitro* shoot regeneration of *Coleus parviflorus* Benth. India Journal of Plant Physiology. 1990, 33: 2, 175-176, 2P1.
- Dittoh JS, Bayorbor TB, Yiadana JA, Abapol RR, Otoo JA. 1998. The potential and constraints of persa (Frafra potato) as a food security crop in Northern Ghana. A paper for the 1st biennial National Research Systems (NARS) workshop on the theme 'Sustainable Agriculture Production and Food Security' Accra International Conference Centre, 16-20 November, 1998. pp. 2-15.
- Dupriez H. 1989. Africa gardens and orchards. Macmillan Press Ltd. London and Basingstoke. Translated from French into English by CTA. pp. 316-317.
- IBPGR. 1990. Descriptors for Brassica and Raphanus. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Kay EK. 1973. Root Crops. The tropical products institute. Foreign and Commonwealth Office. ODA. p. 245.
- Kornerup A, Wanscher JH. 1976. Methuen handbook of colour. Third Edition. Eyre Methuen. London pp. 252.
- Kyesmu PM, Akueshi CO. 1989. Effects of relative humidity variation on crude protein, crude fibre, fats and ash contents of *Coleus* potato (*Plectranthus esculentus* N.E.Br.) under storage. Nigerian Journal of Botany. 1989, 2: 1-7; 28.
- Mohankumar CR, Nair PG. 1990. Production potential and economics of tuber crop based cropping system for low lands. Indian Journal of Agronomy 1990, 35: 1 - 2, 44 - 49.
- Omotoyo O. 1977. Flowering Plants of West Africa. Longman Group Ltd. P 19. Philips TA. 1977. Agricultural Note Book. Longman Group Ltd.
- SRI. 1997. Report on identification and fertility assessment of some farm plots of the Plant Genetic Resources Centre, Bunso. By Senayah JK, Asiedu EK, Tetteh FM. Miscellaneous paper No. 253. Soil Research Institute, Kwadaso. Thiselton-Dyer WT. 1900. Ed. Flora of Tropical Africa. Pub. London Lovel Reene and Co. Ltd.
- Tindall HD. 1983. Vegetables in the Tropics. The Macmillan Press Ltd. Handsmills Bamsingstoke Hampshire RG 212, 5. pp. 243-245.
- Vasudevan K, Jos JS. 1992. Variation of yield and quality in *Coleus* mutants. Madras Agricultural Journal. 1992, 79; 3,135-138.
- Yayock JY, Labin G, Owonubi JJ, Onazi OC. 1988. Crop Science and Production in the Hot Climates. Macmillan Publications Ltd.

## ***In vitro* germplasm management at the Department of Botany, University of Ghana, Legon**

E. Acheampong<sup>1</sup>, M.D. Quain<sup>1,2</sup>, B. Asante<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tissue Culture Laboratory, Department of Botany, University of Ghana, Legon, Accra Ghana

<sup>2</sup> Crops Research Institute of the Council for Scientific and Industrial Research

### **Abstract**

The Tissue Culture Laboratory of the Department of Botany, University of Ghana, has been involved in germplasm management since its inception in 1990. One of the main activities has been *in vitro* germplasm conservation where reduced growth environment and reduced growth medium protocols developed are investigated and optimised for various staple crops. All these methods permit short to medium term conservation. The development of cryopreservation protocol for *Dioscorea* species and *Solenostemon rotundifolius* has been initiated and this will serve a long-term conservation purpose. Efforts by the Botany Department to conserve and utilize germplasm and their diversity using available methods (*in vitro* slow growth and rapid multiplication methods), develop working cryopreservation protocol for the long-term conservation of root and tuber genetic resources and empowering the private sector in the utilization of *in vitro* techniques are highlighted.

### **Introduction**

The conservation, promotion and management of indigenous food crops and other genetic resources to make them available for broad base breeding and diversification of agricultural products will go a long way in increasing yields and alleviating poverty in the West African sub-region. Genetic resources of root and tubers and other vegetatively propagated staple crops are mainly conserved vegetatively in field gene banks owing to the presence of sterile genotypes in some root and tuber crop species. In addition, the seed produced by crops are highly heterozygous and, therefore, does not favour the farmer who is interested in specific gene combinations and thus propagates vegetatively to maintain the clonal genotypes (Purseglove 1972; Bajaj 1995).

The maintenance of field gene banks has, however, been associated with several major problems, such as diseases and cost. Recent studies have shown that germplasm being kept in field gene banks has been lost to rodents, diseases and non-adaptability. In Ghana, during the drought experienced in 1983 – 1984, field gene banks of root and tuber crops were lost through drought, fire and theft.

The Department of Botany, University of Ghana, is using reduced growth environment and growth medium nutrients for *in vitro* germplasm conservation. All these methods permit short to medium term conservation. However, cryopreservation, which is the storage of biological material at ultra-low temperature, being that of liquid nitrogen (-196°C), is the only method available currently to ensure safe and cost-effective long-term conservation of genetic resources of species that have recalcitrant seeds or are vegetatively propagated. The past 10 – 15 years have seen dramatic progress in this area, where more than 100 plant species have had their cryopreservation techniques developed. Much of this work has, however, been based on temperate plant species. Research on tropical and subtropical species that either are vegetatively propagated or produce recalcitrant seeds, is lagging behind (Engelmann 2000).

There is urgent need, therefore, for the international community to assist Ghana to develop strategies for long-term conservation of the cultivated and wild crop resources by strengthening institutional capacity. This will enable the building of a team of competent resource persons to conserve and utilize germplasm. *Dioscorea* species and *Solenostemon rotundifolius* are vital staples in Ghana and the West African sub-region that need to be conserved urgently. Initial cryopreservation experiments are presently being carried out on these crops.



This presentation highlights efforts by the Botany Department to conserve and use germplasm and their diversity through available methods (*in vitro* slow growth and rapid multiplication methods) and by developing cryopreservation protocol for the long-term conservation of root and tuber genetic resources of the West African sub-region. Subsequently, the cryopreservation input will be available for training others and the expertise, not available currently, would have been developed for manpower training in the country and the sub-region. Efforts by the department to empower other researchers and the private commercial farmer with the tool of tissue culture for rapid propagation of healthy planting material are also highlighted here.

### **Some set objectives of the tissue culture laboratory of the Department of Botany**

The tissue culture laboratory established in 1990 aims to fully utilize accessible biotechnology tools for the management of germplasm, the primary objective being conservation of germplasm. The department offers training to undergraduate and postgraduate students, technical staff and researchers. The aim has been to equip them for the proper utilization of the basic tool of tissue culture that can be used in other areas of biotechnology for germplasm management.

### **In vitro slow growth achievements**

*In vitro* conservation of germplasm in the tissue culture laboratory is based on root and tuber staple crops, namely, yam, cassava, cocoyam, sweet potato, ginger, frafra potato, plantains and bananas and, more recently, pineapples. The source of germplasm for conservation has been mainly from the PGRC, other research institutions and farmers.

Osmoticum, reduced oxygen, media nutrients, temperature and light have been used for *in vitro* conservation of germplasm of several crops including *Pistacia*, *Coffea arabica* and *Dioscorea* species (Kartha et al. 1981; Barghchi 1986; George 1993; Ashun 1996). These techniques have all been used so far for *in vitro* conservation of local staples at the Department of Botany and the associated research has been as a result of Bioversity International, UNU/INRA, the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and the German Technical Cooperation, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) collaborative efforts.

Table 1: Various research findings

<i>In vitro</i> conservation method used	Crop	Results obtained
Murashige and Skoog medium (Murashige and Skoog, 1962) supplemented with 2, 3 or 4 % mannitol and sucrose.	<i>Dioscorea</i> spp., <i>Ipomea batatas</i> and <i>Solenostemon rotundifolius</i>	Cultures were maintained for a period of between 35 and 52 weeks.
White's medium and half strength Murashige and Skoog's medium.	<i>Solenostemon rotundifolius</i> and <i>Xanthosoma</i> species	<i>Solenostemon rotundifolius</i> cultures survived up to 35 weeks after which survival reduced by 52 weeks. <i>Xanthosoma</i> spp., cultures were maintained up to 80 weeks.
Reduced temperature (18°C) on normal multiplication medium.	<i>Musa</i> species, <i>Xanthosoma</i> species, Cassava, <i>Ipomea batatas</i> , <i>Dioscorea</i> spp., <i>Solenostemon rotundifolius</i>	Multiple buds formed in <i>Musa</i> and <i>Xanthosoma</i> species cultures were maintained for one year. Cassava, <i>Solenostemon rotundifolius</i> , <i>Dioscorea</i> and <i>Ipomea</i> species growing cultures were maintained for a period of one year.
Reduced oxygen	<i>Solenostemon rotundifolius</i>	Growing cultures were maintained for a period of one year in culture.

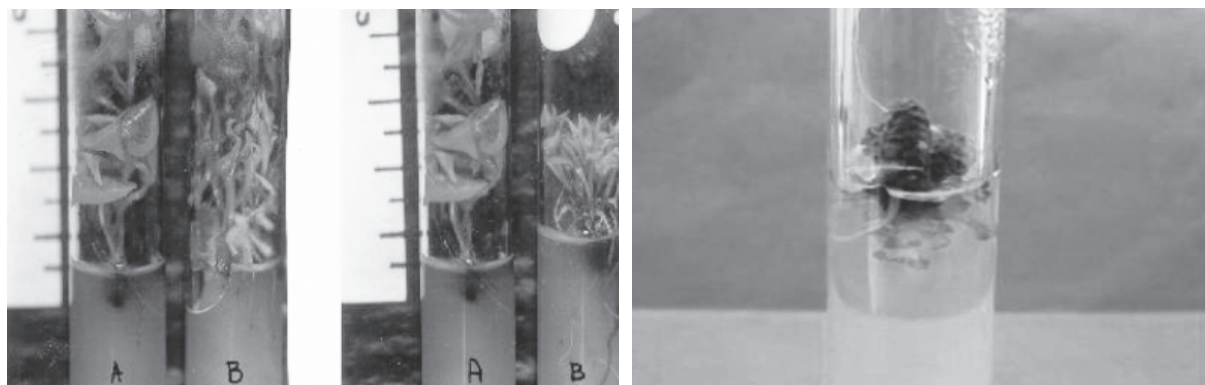
### **Development of cryopreservation techniques**

Germplasm conservation and plant tissue culture technology are two of the programme areas of UNU/INRA that facilitated the sourcing of funds for developing cryopreservation techniques. Bioversity and the Third World Organisation for Women in Sciences (TWOWS) are also providing financial support towards this work. A PhD student attachment at the School for Life and Environmental Sciences of the University of Natal, Durban Campus in South Africa under the supervision of Professor P. Berjak helped in the selection of the necessary techniques.

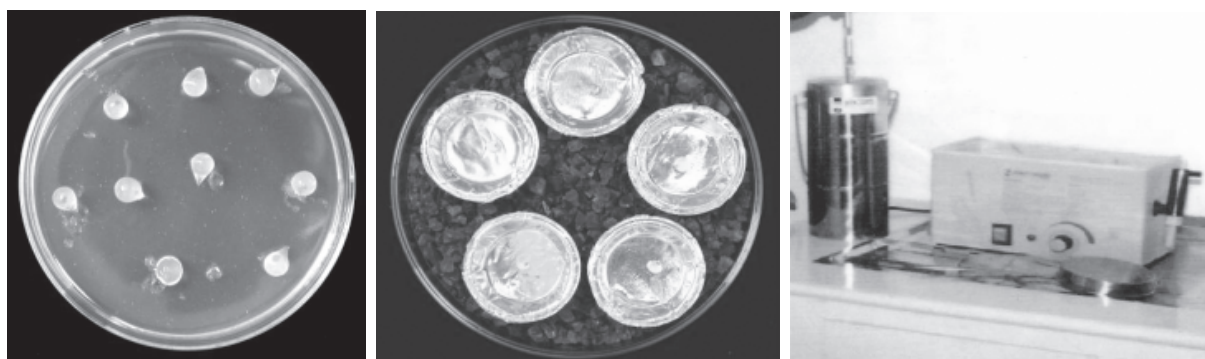
The crops for the study are *Dioscorea* species and *Solenostemon rotundifolius*. The cryopreservation models being used are based on encapsulation-vitrification, encapsulation - dehydration, dehydration and vitrification (Mandal et al. 1996; Engelmann 1997, 2000; Berjak et al. 1992, 2000; Benson 1995; Kioko et al. 1998; Ng and Ng 2000; Niino et al. 2000).



(a) Incubation room for *in vitro* germplasm conservation



(b) Yam and Frafra potato being conserved on media supplemented with mannitol



(c) Explant encapsulation and dehydration prior to cryopreservation

Figure 1: Some activities at the Department Of Botany Tissue Culture Laboratory

The source of explants being cryopreserved has been the shoot tips and nodal cuttings and the results obtained have indicated that the explants have high water contents and are sensitive to dehydration. However, their desiccation tolerance is improved on treatment with sucrose and mannitol. *Dioscorea* species explants have responded positively to Plant Vitrification Solution two - PVS2 (Sakai et al., 1990, 1991) and survival has been obtained in vitrified and cryopreserved as well as freezing ( $-70^{\circ}\text{C}$ ) shoot tips. *Solenostemon rotundifolius* explants have proven to be very sensitive to PVS2 and they lose viability on exposure. Other plant vitrification solutions have been designed for it and efforts are still being made to improve explant survival with various vitrification solutions after cryopreservation and freezing at  $-70^{\circ}\text{C}$ .

### **Germplasm utilization activities**

The demand for *in vitro* clonally propagated germplasm for research and industry has been enormous and the Department has so far played a major role in the production of needed planting material. Initially, germplasm utilization contracts were limited to *in vitro* rapid multiplication of yams, sweet potato, cocoyams, plantain and banana availed to researchers for multi-locational trials. Later, there was multiplication of plantains directly to farmers and non-governmental organizations (NGOs). Currently, the laboratory is into commercial production of elite pineapple varieties. The laboratory has now provided the expertise for establishing a commercial tissue culture laboratory to produce pineapples with a current turnover of 100 000 suckers a month. The projection will be three times the present capacity in the near future.

### **Training efforts**

To encourage and empower researchers to use biotechnology to conserve, manage and improve germplasm, the Tissue Culture Laboratory of the Department of Botany, University of Ghana Legon, has, since 1998, been organizing international training courses with support from UNU/INRA in collaboration with Bioversity and IITA. A total of 42 young scientists and laboratory technicians from Benin, Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Cameroon, Ghana, South Africa, Togo and Zambia have been trained. Some of the areas covered during the training include use of tissue culture for micropropagation of germplasm, cryopreservation techniques, germplasm characterization and documentation.

### **Way forward**

Characterizing germplasm collections is an essential aspect of establishing gene banks (Bewley and Black 1995). *In vitro* gene bank collections represent diversity within plant genetic resources and there are variations according to genotype and phenotype. Characterizing collections helps to identify diversity for future use and also to prevent unnecessary duplication of germplasm in *in vitro* gene banks that would otherwise affect the limited resources. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) assay, random amplified polymorphic DNA (RAPDs), restriction fragment length polymorphism (RFLP) and simple sequence repeats (SSRs) or microsatellites (Benson and Hamil 1990; Kartha and Engelmann 1994; Harding and Benson 2001; Hao et al. 2002; Ditix et al. 2003) have been used in genetic fingerprinting analysis of germplasm. These have indicated that DNA fingerprinting is fast and reliable hence can be used to prevent duplication of germplasm and ensure that genetic integrity of material is preserved following conservation. The Department, therefore, hopes to adapt this technology for routine characterization of germplasm conserved in its *in vitro* gene bank.

Due to the urgent need for farmers to produce large amounts of planting material for production of non traditional export crops, such as yam, pineapple, banana and plantain, it is evident that tissue culture is the only tool to help meet the targets. Although there are protocols, production systems have to be optimized to maximise profit for the private sector farmer. The department thus is working toward fine-tuning all *in vitro* protocols, to achieve efficient production systems for the commercial production of locally important crops.

Although *in vitro* slow growth protocols have been developed for germplasm conservation, there is need to adapt cryopreservation techniques to fully realize the potential of an *in vitro* genebank. Cryopreservation techniques when applied in germplasm conservation serves a long term purpose and also as base collections that duplicate active collections (Towill 1991). Hence, cryopreservation protocol developed for *Solenostemon rotundifolius* and *Dioscorea* will be adapted and optimized for other germplasm under *in vitro* slow growth.

### Constraints

The various research activities could have progressed further but for the untimely release of funds when they are available and this is coupled with the general lack of funds. There is expertise, basic equipment and infrastructure to work towards realizing the objectives.

### Conclusion

A lot has been achieved over the years and more has to be done to manage germplasm to achieve maximum benefits from plant diversity. There is hope that the needed support will be obtained for the vision.

### References

- Ashun MD. 1996. *In vitro* studies on micropropagation of various yam species (*Dioscorea* species) M.Phil. Thesis submitted to University of Ghana – Legon.
- Bajaj YPS, Jain LC. 1995. Cryopreservation of Germplasm of Sugarcane (*Saccharum* species). In: Bajaj YPS. (ed) *Biotechnology in Agriculture and Forestry* (32) Springer, pp. 256-265.
- Barghchi M. 1986. *In vitro* micropropagation of *Pistia* root stocks. *Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc.* 1985 35: 334-337
- Benson EE, Hamil JD. 1990. Cryopreservation and post freeze molecular and biosynthetic stability in transformed roots of *Beta vulgaris* and *Nicotiana rustia*. pp.163-172.
- Benson EE. 1995. Cryopreservation of shoot-tips and meristems. In: Day JG, McLellan MR. (eds) *Methods in Molecular Biology*, vol. 38: *Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols*. pp. 121-132.
- Berjak P, Farrant JM, Pammenter NW, Vertucci CW, Wesley-Smith J. 1992. Current understanding of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds: development, state of water and responses to dehydration and freezing. In: D. CÙme and F. Corbineau (eds.) *Proc. 4th Int. Workshop on Seeds*, pp. 705-714.
- Berjak P, Walker M, Mycock DJ, Wesley-Smith J, Watt P, Pammenter NW. 2000. Cryopreservation of recalcitrant zygotic embryos. In: Engelmann F, Takagi H. (eds.) *Cryopreservation of Tropical Germplasm, Current Research Progress and Application*. IPGRI, pp. 140-155.
- Bewley JD, Black M. 1985. *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press, New York.
- Dixit S, Mandal BB, Ahuja S, Srivastava PS. 2003. Genetic Stability Assessment of Plants Regenerated from Cryopreserved Embryonic Tissues of *Dioscorea bulbifera* L. using RAPD, Biochemical and Morphological Analysis. *Cryoletters*, 24 (2): 77-84(8).
- Engelmann F. 1997. Importance of desiccation for the cryopreservation of recalcitrant seed and vegetatively propagated species. *Plant Genetic Resources Newsletter* 112: 9-18
- Engelmann F. 2000. Importance of cryopreservation for the conservation of plant genetic resources. In: F. Engelmann, Takagi H. (eds.) *Cryopreservation of tropical plant germplasm: current research progress and application*. Japan International Research Centre for Agricultural Sciences, Tsukuba, Japan / International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. pp. 8-21.
- Hao Y-J, You C, Deng X. 2002. Analysis of Poliploidy and the Patterns and Amplified Fragment Length Polymorphism and Methylation sensitive Amplified Polymorphism in Strawberry Plants Recovered from Cryopreservation. *Cryoletters* 23: 37-46.
- Harding K, Benson EE. 2001. The Use of Microsatellite Analysis in *Solanum tuberosum* L., *In vitro* Plantlets Derived from Cryopreserved Germplasm. *Cryoletters* 22: 199 – 208.



## Germplasm conservation and its impact on crop improvement in Nigeria

M. N. Ishaq<sup>1</sup>, A.C. Wada<sup>1</sup>, A.A. Ochigbo<sup>1</sup>, O.A. Falusi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Cereals Research Institute, Badeggi, Bida, Niger State

<sup>2</sup> The Federal Polytechnic, Bida, Niger State

### Abstract

Conservation serves as the link between the acquisition and utilization of plant genetic resources (PGR) and includes all the means by which plant genetic resource is stored and preserved. Conservation of genetic resources either in field gene bank (*in situ* or *ex situ*) or *in vitro* has helped to check the dearth of genetic resources. It enhances genetic variation from which selections can be made to improve cultivated crops. Many cereals, especially rice, sorghum and maize have been improved by this means. Conservation of genetic resources has made an impact in today's cultivated crops. Many of the crops grown today resulted from wide crosses between wild related species. This was followed by domestication by man and later through crop improvement involving crosses specifically made between species that possessed desirable traits. Species, however, must first be collected and preserved to achieve this. This paper discusses the various means by which germplasm conservation could be achieved as well as the impact and benefits that can be obtained from their use.

### Introduction

The study of plant genetic resources conservation (PGRC) is constantly being redefined and revitalized. Conservation helps to maintain the genetic base required for breeding or from which better varieties and strains of crops can be selected for food, fuel and medicine. PGR provide the biological basis for food security, and they thus support the livelihood of every person. These resources are the plant breeder's most important material and the farmer's most essential input. They are, therefore, essential for sustainable agricultural production. Plant genetic resources are essential for agricultural development: for increased food production, poverty alleviation and promoting economic growth. In Nigeria, much of these crop genetic resources are found in small fields of peasants who, aided by nature, have played a central role in creating, maintaining and using their invaluable resources to improve cultivated crops. These practices range from simple conservation of PGR by peasants who have always preserved them to the establishment of an advanced programme for collecting and systematic use of available genetic resources by national and international institutes. Maintenance of these species of great genetic diversity is, therefore, crucial to sustainable agriculture, especially for resource-poor farmers practising agriculture under low input condition in marginal lands. On-farm conservation of landraces on peasant farms provided a valuable option for conservation as it helps to sustain evolutionary systems that are responsible for generation of genetic variability (Gopalan et al. 1986). The genetic variability of species is preserved in a defined area in form of a natural ecosystem (*in situ*) or *ex situ* in field gene banks (Gopalan et al. 1986). Large collections of many of the world's most important food crops have been assembled and are kept in modern gene bank facilities. The collections comprise materials provided by national programmes, such as NAGRAB, and institution around the world, for example, ORSTOM, International Institute of Tropical agriculture (IITA) as well as materials collected by the centres in partnership with the national PGR programme.

It has been estimated that 300 000 species of higher plants originally existed in the world but only about 3000 (1%) are used by man today (Gopalan et al. 1986). Of these, only 200 have been brought into cultivation and only 30 of these supply nearly all the food consumed by the human population (Scarascia 1984 and Chang 1985). About 75% of this food is provided by only eight



cereals species (wheat, rice, maize, barley, oat, sorghum, millet and rye). The major advances in agricultural productivity achieved today in the world, including Nigeria to some extent, largely depend on access to a diverse range of genetic resources. This resource has two types of values:

- As immediate resource – genes and genotypes are valued for agronomic and biotic characteristics, such as pest and disease resistance, drought tolerance, plant stature as well as taste, colour and other factors of cultural importance.
- They are also valued for genetic diversity, that is, insurance against unknown future needs or conditions, thereby contributing to the stability of farming system locally and nationally. Since genetic resources are vital to crop improvement in general and sugarcane in particular, this paper reviews the impact of genetic resources conservation to crop improvement in Nigeria today with emphasis on the crop species that the National Cereals Research Institute (NCRI) is mandated to improve.

### **Methods of plant genetic resources conservation**

There are several ways of conserving plant genetic resources of crop plants. The cheapest and most convenient is to store the seeds. However, not all crops can be preserved in this way, either because they are vegetatively propagated or do not produce seeds or because the periods of the seeds viability may be extremely short under storage (Ng 1988). There are, however, conservation methods that depend on factors, such as the storage organs or propagules, the extent and geographical distribution of genetic diversity and the availability of suitable storage facilities. The biologically sound way to preserve genetic resources is to keep them in the environment in which they develop, that is, *in situ* (Daniel 1987). This can be done when the environment is balanced with limited possibilities that it will be thrown off-balance. The main objective should be to conserve genes rather than genotypes. Conservation of maximum genetic diversity is therefore desirable. Conservation status of indigenous crop species in Nigeria is not only from a biological viewpoint, but also from a wide array of economic, social, and environmental values that these species provide for humanity.

### ***In situ* method of conservation**

This is the preservation and protection of genetic resources in their natural habitat (Ford-Lloyd and Jackson 1986). It is the continuing maintenance of a plant population within the ecological community in which it forms a part as well as in the environment to which it is adapted. This means of conservation aims at achieving stability by maintaining self-perpetuating populations in natural systems. A great number of species can be conserved *in situ* as part of a natural ecosystem. However, as a general rule, it is difficult to conserve the genetic resources of a species this way without conserving the natural ecosystem of which it is a part (FAO 1977). *In situ* conservation enables many more species to be conserved under conditions that allow them to continue to evolve, and the preservation of cultivated and wild species without the need for big expenditure on the area to be conserved. The advantage of this conservation method is that species can continue to evolve, allowing the appearance of new recombinant forms. For tropical and perennial species with recalcitrant seeds, *in situ* conservation may be an essential complement to *in vitro* conservation. *In situ* conservation, even though good in theory, is realistic only when it is acceptable to the people and not in conflict with national priorities and its continuity can be ensured. In the absence of controlled monitoring, security risk is low. Natural habitats are lost and replacement of land races by modern varieties takes place as a normal part of the cropping system. *In situ* conservation may, therefore, be achieved by protecting the wild species in their natural habitat or modified habitat through cultivation. These conservation areas are found in national parks and government reservation areas in Nigeria.

### ***Ex situ* conservation**

Another method for the preservation of genetic resources is collection gardens, where the plants are kept under normal growing conditions. However, conservation can also be in form of seed banks (as in most research institutes and universities), through tissue culture and the use of

ultra low temperature (Ng 1988). *Ex situ* conservation ensures that the stored materials are readily accessible, can be well characterized and documented and are relatively safe from external threat. This method of conservation cannot provide the opportunity for a wild relative to continue the evolutionary process that a species undergoes in its natural environment. However, it keeps germplasm safe when plants are destroyed in their natural habitat and offers the user the advantage of gathering widely scattered material in one place ready for use. Crops like sugarcane, cocoa, rubber are conserved in this form.

### ***In vitro* conservation**

An advanced technology of *ex situ* conservation is preserving genetic resources through *in vitro* method. This is the conservation and preservation of cells, calluses or tissues of selected plant species in sealed test tubes. It is based on the fact that plant materials can be kept alive indefinitely as *in vitro* cultures and that plant cells are totipotent. *In vitro* means of conservation has helped to transfer genetic resources by reducing risk of transporting disease and pest-free materials from centres of origin to the international banks (Ford-Lloyd and Jackson 1986). The major disadvantage of this method is that it requires high technology, constant electricity and skill for maintenance. It is also labour intensive and expensive (Ng 1988). *In vitro* genetic conservation is handy in evolving disease and pest free variety of sugarcane (Ann 1997).

### **Uses and utilization of plant genetic resources**

The successful conservation and sustainable utilization of PGR resources for food and agriculture involves a wide range of people in every country: policy makers, planners, scientists, germplasm curators, breeders, rural communities and farmers (FAO 1996). PGR are conserved so that they can be used for food and agriculture and diversification in agriculture. Peasants in northern Nigeria use their crops for many purposes, such as food, medicine and fodder (Table 1). Better deployment of these resources could also reduce the vulnerability of crops to pests and diseases and dependence on pesticides. At the NCRI, Badeggi, 10-12% of rice, 3-5% of soybean and 5-7% of sugarcane accessions conserved are used in various breeding programmes (Anon 1987). With the rising population pressure and reduction in the area of prime land for agriculture, increases in food production and equitable food distribution will be necessary. There is a pressing need in most countries for better use of PGR (including the under-utilized species) through plant breeding. Major advances in plant breeding today are based on an increased use of PGR, a pre-requisite to achieving the increases in food production to feed the rapidly growing world population. The success of the poverty alleviation programme in Nigeria, a key aspect of which is food security would depend largely on availability of higher yielding

Table1: Utilization of crop species by the peasant farmers in northern Nigeria

Crop Species	Utilization
Rice	Food, fodder (straw)
Sorghum	Food, beverage, fodder
Maize	Food, fodder
Cowpea	Food, fodder
Soya bean	Food, Industrial, fodder
Sesame	Food, medicinal, industrial, fodder
Sugarcane	Beverage, industrial
Cassava	Food, industrial
Millet	Food, fodder,
Acha (hungry rice)	Food, medicinal, industrial, fodder
Groundnut	Food, industrial, fodder
Yam	Food

crop varieties for cultivation especially in the rural areas where over 70% of the farming families reside. The use of a relatively small proportion of a gene bank collection can of course, lead to large benefits, as breeding programmes routinely demonstrate. However, under- utilization can limit the long term economic and social benefits of society's investment in conservation. Major constraints that lead to low level use of germplasm in national gene-banks include: lack of characterization, evaluation data and documentation of information, poor coordination of policies at national level and poor linkage between gene banks and users of germplasm. Characterization and evaluation data on sugarcane germplasm are available at the NCRI for use by stakeholders in the sugar industry (Agboire et al. 2000).

### **Approaches available for use in crop improvement through genetic conservation**

There are two main approaches to crop improvement using exotic genetic material: introgression and incorporation (base broadening). Through introgression, specific traits have been introduced from exotic germplasm into breeders' adapted material over several generations (Table 2). Sometimes the desired exotic genes are available in a different species (e.g. wild relatives) that cannot be used in a conventional breeding programme (David et al. 1994) because they are incompatible. On peasant farmers' fields, cultivated crops often inter-cross with their wild or weedy relatives growing in the same or in nearby fields. These often result in new genetic combination that farmers can use to meet their agro-ecological needs. This kind of genetic introgression occurs when new research trials are planted on farmers' fields as on-farm trial on open pollinated crops. According to Qualset et al. (1996), genetic introgression of this type leads to diversification among the included species. Wild species are known to possess useful genes, mainly for resistance or tolerance to disease, pests and abiotic factors not found

Table 2: Improvement of some of the conserved crop genetic resources in Nigeria

Crop	Conservation	Improvement	Institute(s)
Rice	Field gene banks, storage bottle, tissue culture	-Hybridization of wild x cultivated for rice gall midge -Transfer of short duration traits -Development of iron tolerant varieties	NCRI, WARDA, IITA
Soybean	Field gene bank, storage bottle, tissue culture	-Transfer of low shattering trait from wild spp. to cultivated varieties -Reduction of days to maturity -Improved protein content	IITA, NCRI, IAR&T
Sugarcane	Field gene banks	-Improved sucrose content -Transfer of smut resistance from the wild to cultivated varieties	NCRI
Sorghum	Field gene banks, tissue culture	-Development of short duration sorghum -Downy mildew resistant varieties	IAR/LCRI/CRISAT
Maize	Field gene banks, storage bottles, tissue culture	-Development of high lysine content varieties -Higher yielding varieties	IAR&T, IITA
Sesame	Field gene banks, storage bottles	Development of resistant genotypes to black specks High oil content genotypes	NCRI, IAR
Cowpea	Field gene banks, tissue culture, storage bottles	-High protein content varieties -Early maturing varieties	IITA, IAR & T, IAR

in cultivated species. Wide crosses for crop improvement are generally aimed at the transfer of such traits or increase in yield or quality (Gopalan et al. 1986). This higher level of resistance that characterizes wild species or ecotypes is derived from their ability to withstand extreme environmental conditions. At NCRI, sugarcane and beniseed wild species have been utilized for evolving new crop varieties resistant to pest and diseases (Anon. 1997). With the advent of scientific plant breeding early this century, biotechnological methods are now increasingly available to facilitate wide crosses that allow the introduction of the desired genes (Duvick 1989). While introgression is a useful method for introducing specific traits into a breeding population, sometimes, a comprehensive broadening of genetic base (introduction) is warranted when new genetic variability for polygenic traits is needed. This involves crossing diverse genotypes, followed by repeated selection from the resulting populations over a large number of generations in the target environment(s), that is, recurrent selection (Hallauer 1992). While numerous cross-ability barriers prevent successful genes transfer from wild species into cultivars, many of these have now been overcome (Duvick 1989) and successful transfer of alien gene into many of the cultivated crops achieved. Plant breeders have successfully developed improved varieties of these crops, especially in favourable environments, and such varieties have had a major impact on food production increases world-wide. Transfer of unique genes, such as the ones for resistance to iron toxicity in rice (Anon. 1997), pod shattering in soybean (Anon. 1998), smut resistance in sugarcane (Wada et al. 2000) have been transferred from exotic germplasm to the cultivated varieties in Nigeria today.

### **Conclusion**

It is clear that capacities for conservation need to be strengthened in a number of ways. However, it is also widely recognized that the sustainability of conservation efforts depends on maintaining collections in a cost-effective manner. Emphasis, therefore, must be on measures that improve the efficiency of conservation programmes through rationalization of efforts and the use of low-cost conservation methods. The future plant breeding efforts will depend on a continuing and expanding supply of germplasm. Thus an urgent task for the future is to conserve crops of major importance, such as wheat, rice, maize and sorghum whose variability is increasing genetic erosion, and crops that may play a role in the development of new agricultural systems (Scarasia, M. et al. 1988). Also, the evaluation of potentially valuable traits in accessions and land races that could be used directly by the farmers is important.

### **References**

- Anon. 1987. National Cereals Research Institute's Annual Report of Sugarcane, 1987, p. 89.
- Anon. 1997. National Cereals Research Institute's Annual Report of Rice, 1997, p. 90.
- Anon. 1998. National Cereals Research Institute's Annual Report of Soya bean, 1998, p. 78.
- Agboire S, Wada AC, Ishaq MN. 2000. Evaluation and characterisation of sugarcane germplasm accession for their breeding values in Nigeria. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 2000, No.124:20-22.
- Chang TT. 1985. Principles of genetic conservation. *Iowa State Journal of Agricultural Research*, 59 (4): 325-348. In: *Issues in Genetic Resources No. 2*, May, 1994.
- Cooper D, Engels J, Frison E. 1994. A multilateral system for plant genetic resources: imperatives, achievements and challenges. *Issues in Genetic Resources No. 2*, May, 1994.
- Daniel Querol. 1987. Genetic resources – A practical guide to their conservation. Zed Books Ltd., London and New Jersey, p. 252.
- Duvick D. 1989. The romance of plant breeding. *Stadler Symposium 19*: 39-54. In: *FAO 1996 Report. FAO. 1996. The Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Paper prepared for the International Technical Conference on Plant Genetic Resources Leipzig, Germany, 17 – 23 June, 1996.*
- Ford-Lloyd, Jackson M. 1986. *Plant Genetic Resources*. Edward Arnold, London U.K., p. 196.
- Gopalan HNB, Karanja WK, Taylor ARD. 1986. The Status of Germplasm Conservation: A review. *Kenya J. of Science Tech. (B) 7 (1)*: 5 – 16.
- Hallauer A. 1992. Recurrent Selection in Maize. *Plant Breeding Reviews 9*: 115 – 179.
- Ng NQ. 1988. Long-term seed conservation. In: *Crop Genetic Resources of Africa Vol. 1* pp. 135-148.

- Scarascia Munozza GT. 1984. La fame nel mondo, il problema scientifico e organizzativo, non emotivo. In: Biotechnology: Enhancing Research on Tropical Crops in Africa, pp. 99 – 104.
- Scarascia M, Porceddu, De Pace. 1988. Genetic resources and modern agriculture. In: Biotechnology: Enhancing Research on Tropical Crops in Africa, pp. 99 – 104.
- Qualset P, Zanatha AB, Brusa SB. 1996. Locally based crop plant conservation. In: Maxted N, Ford-Lloyd BV, JHankes G. (eds). Plant Genetic Conservation: The *In situ* approach.
- Wada AC. 1999. Some important diseases and pests of sugarcane in Nigeria and their control. Outlook on Agriculture 26(2): 101-105.



## Empowering farmers for seed multiplication and distribution in West Africa

N.G. Maroya<sup>1</sup>, W. Bertenbreiter<sup>2</sup>, E. Asiedu<sup>3</sup>, A.O. Sanni<sup>4</sup>

<sup>1</sup> West Africa Seed and Planting Material Network (WASNET)/International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Accra, Ghana

<sup>2</sup> West Africa Seed Project (WASDU)/German Technical Cooperation (GTZ)

<sup>3</sup> Crops Research Institute (CRI)/Ghana Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)

<sup>4</sup> West Africa Seed Project (WASDU)/German Technical Cooperation (GTZ)

### Abstract

The West Africa Seed and Planting Material Network (WASNET) is funded by the German Government through the German Technical Cooperation (GTZ), implemented and coordinated by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and operating under the umbrella of the West and Central Africa Council for Agricultural research (CORAF/WECARD). WASNET is part of the project "Promotion of Seed Production and Marketing in West Africa" which is supporting the formal seed sector through annual local subsidies contracts (seven countries) for root and tuber planting material multiplication and training and the informal seed sector through community-based seed multiplication at the farmers' level. The seed network is also assisting in creating a national seed stakeholders' network. On the average, each farmer participating in the community seed multiplication sells seeds to 24 other farmers per year (case of soybean in Ghana) and up to 132 other farmers per year (case of cowpea seed in Nigeria). Productivity has increased for farmers participating in the project. In 2002-2003, more than 1500 farmers in 105 villages in Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinea, Ghana, Chad and Togo were trained on cassava and yam multiplication. In 2003 three national seed producers' associations were officially launched in Guinea, Mali and Niger through the assistance of the seed project.

### Introduction

The "Promotion of Seed Production and Marketing in West Africa", is a project funded by BMZ through GTZ, and is currently in its third phase. During its first (orientation) phase from April 1996 to September 1998 the seed sector analysis was done for many countries and some community-based seed multiplication was initiated in others to empower the farmers. The commitment of the National Seed Services and the regional organizations after the progress review of this orientation phase has recommended a second phase. The second phase of the seed project known as West Africa Development Unit (WASDU) was from October 1998 to September 2001. During the second phase, community-based seed multiplication was strengthened for root and tuber crops (yam and cassava) in Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinea, Chad and Togo. A seed plant facility was set up in Kumasi inside the Crops Research Institute of the Ghana Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). Many training workshops (national and regional) were organized for public and private technicians and the seed producers. One of the key achievements of the project during the second phase was the support for the initiation of a regional seed network. Representatives of nine countries in West Africa (Benin, Burkina Faso, Gambia, Ghana, Ivory Coast, Niger, Nigeria, Mali and Togo), private seed enterprises, and IITA attended the network's foundation meeting.

The third phase of the project (October 2001 to September 2006) was to allow IITA to implement WASNET and enhance its ability of carrying out its activities in the region.

To maximize efficiency in the use of resources and to help ensure adequate seed and planting material supply, WASNET has the following immediate objectives:

- To promote cooperation, exchange and sharing of information among member countries;
- To support the seed sector development in member countries;

- To standardize seed production, marketing and quality control in member countries;
- To promote regional seed trade and use of quality seed and planting material in member countries.

This communication will present some of the activities conducted by the project and the network during these three phases to empower seed producers to multiply and distribute seed in West Africa.

### ***Community-based seed multiplication for legume crops: case of soybean in Northern Ghana and cowpea in Northern Nigeria***

#### **Materials and methods**

The programme was initiated in 1995 with financial support from WASDU and the United States Agency for International Development (USAID); technical assistance, however, came from IITA and the Kano State Agricultural and Rural Development Authority in Nigeria (KNARDA), the Savannah Agricultural Research Institute (SARI) of Ghana, the Crops Research Institute of Ghana, Ministry of Food and Agriculture (MOFA).

In Ghana, 5 kg packages of a cream-seeded soybean variety (Salintuya 1) were initially supplied to 30 nucleus farmers (each working with ten other farmers) in six villages within two districts of the northern region. After harvest, 5 kg of seed was collected from each farmer and redistributed to new farmers in other communities during subsequent years.

In Nigeria (Kano State), 300 g of a preferred white-seeded cowpea variety (IT90K-277-2) were initially distributed to 20 nucleus farmers in the Kano State to multiply two times and also to produce enough seeds to initiate the project. From the second harvest, 5 kg were collected from each farmer for redistribution to new farmers during subsequent years.

The farmers engaged in this scheme were directly supervised by extension officers, who also provided technical services and linkage opportunities to agro-input dealers.

An impact assessments survey was conducted in 2001 to determine socio-economic impact on the nucleus farmers and to other seed producer farmers involved in the processes.

For this assessment, random samples of communities participating in the project were taken from Ghana and Nigeria and interviewed, using questionnaires. Collaborating extension officers in the respective countries provided the lists of farmers' groups involved in the programme. From the list, communities who participated in 1999 and 2000 included 20 in Ghana for soybean and 50 in Nigeria for cowpea. Random samples of 12 communities each from Ghana and Nigeria were interviewed. Each community comprised an average of 10 farmers.

#### **Results and discussion**

The number of farmers who purchased improved seeds from the community-based seed multiplication system in Ghana showed increases from 187 (in 1998) to 394 (in 1999). In Nigeria, an increase from 1337 to 1922 was observed within the same period. A decline in seed purchases to 1485, however, occurred in 2000 since most farmers had already acquired cowpea seeds.

Farmers who acquired soybean seeds free from the community seed producers in Ghana also showed an increase from 59 (in 1998) to 439 (in 1999) and, thereafter, declined to 10 in 2000 for a reason explained earlier. In Nigeria, the numbers supplied with free cowpea seeds were 173, 220 and 182 in 1998, 1999 and 2000 respectively. On the average, each farmer participating in the project sold soybean seeds to 24 other farmers in Ghana per year and in Nigeria cowpea seeds were sold to 132 other farmers (Table 1). In addition, 14 other farmers in Ghana and 16 in Nigeria received improved seeds free from each of the community-based seed producers. Farmers who were supplied with seed from this system observed 90% increases in crop yield in Ghana and 94% in Nigeria. The saturation of the communities with improved seeds within four years is a clear manifestation of the efficiency in the community-based seed multiplication system.

Increased productivity was observed in both the farmers participating in the system and farmers who acquired seeds from it. Their field management skills had also improved. The

in Ghana and cowpea in Nigeria; the minimum germination standard for soybean and cowpea in Ghana is 75% (Ocran et al. 1998). The high percentages observed were caused by the adoption of improved cultural and seed storage practices and effective technical supervision.

Table 1: Sale of community seeds

Year	Number of farmers sold to	
	Ghana (Soybean)	Nigeria (Cowpea)
1998	187	1337
1999	394	1922
2000	Not available	1485
Total	581	4744
Mean per year	291	1581
Mean per farmer per year	24	132

Table 2: Farmers supplied with free improved seeds by community seed farmers

Year	Number of farmers supplied free	
	Ghana (Soybean)	Nigeria (Cowpea)
1998	187	1337
1998	59	173
1999	439	220
2000	10	182
Total	508	575
Mean per year	169	192
Mean per farmer per year	14	160

Table 3: Previous and current yields in farmers' fields

Year	Impact of community seed on productivity	
	Ghana (kg/acre)	Nigeria (kg/acre)
Previous years	315.6 kg	255.6 kg
Current year	600 kg	495.6 kg
Difference	284.4 kg	240kg
Current over previous yields	90.1%	93.9%

area under cultivation of soybean had increased significantly in Ghana from 0.8 ha to about 1.1 ha per farmer but in Nigeria, these areas had not increased significantly. Sixty-four percent of the farmers in Ghana and 100% in Nigeria indicated increases in the quantity of their produce. The incomes of between 73% -100% farmers increased from sales of their produce.

The high adoption rate observed within the first four years of the project was the result of the introduction of preferred crop varieties and effective supervision offered by research personnel and extension officers; these observations were in line with similar ones made in Kenya in the introduction of pigeon pea to farmers. (Muli et al. 1997). The germination percentages of seeds produced by farmers in the two countries were 97% and 94% for soybean

Table 4: Use of extra income derived from sales of seed: Material Style of Life (MSL)

Item	Impact on farmers' welfare	
	Ghana (%)	Nigeria (%)
Goats/sheep/cow	45.5	100
Mattress	10.0	47.7
Bicycle	9.1	50
Furniture	0	47.7
Sound system	0	50
Poultry	0	50
Motor cycle	0	25
Vehicle	0	8.3
Built house	10	25
Television set	0	16.7

Table 5: Usefulness of community seed multiplication

Practice	Ghana (%)	Nigeria (%)
Have easy access to improved varieties	100	83.3
Save time in purchasing seeds	100	75
Select good seeds	100	75
Where to get seed	91.7	75
Type of improved seeds	72.7	83.3
Receive extension advice	91.7	91.7
Improve interaction with farmers	100	83.3
Provides cheaper seeds	100	91.7
Helped to expand farm	54.5	75
Facilitated credit acquisition	18.2	0
Increased credit worthiness	63.6	33.3
Obtain extra income	81.8	100

### Conclusions and lessons

On linkages, the farmers agreed that the system had helped them to get ready access to improved seed, facilitated credit acquisition, and taught them where to obtain the right agro-inputs. It also enhanced their interaction with agricultural extension officers and helped them expand their farms, resulting in significant increases in incomes generated. In Ghana the scheme started in one region in 1995 and had covered three regions in the northern Savannah zones by 1999 with corresponding increases in number of districts, villages, farmers and quantities of seed produced. The inability of some farmers to expand their fields was attributed to lack of land tilling machinery.

These farmers used part of their extra income to purchase household needs and part was invested in animal production. The benefits were more visible in Nigeria where farmers had high incomes from the vibrant commercial activities in Kano State, which is an international grain market in West Africa. The remaining part of the income was used to pay children's school fees, hospital bills, and meeting other social obligations.

In Nigeria, the commercial value of the new white-seeded cowpea variety stimulated its extensive adoption. Farmers' main concern was the high cost of insecticides although they recognized the importance of using insecticides to improve cowpea cultivation.

## **Community-based multiplication of cassava and yam**

### **Specific objectives**

- To promote the availability of the planting materials of improved varieties of yam and cassava through training of producers and extension agents in advanced technologies of multiplication of these crops and community-based multiplication programmes;
- To increase the utilization of improved and disease-free planting materials varieties of cassava and yam to improve farmers' income and livelihoods;
- To assist in establishing the production of planting materials for yams and cassava in the region, as a sustainable business system to increase farmers' income and contribute to poverty reduction.

### **Material and methods**

The community-based multiplication of root and tuber crops (yam and cassava) started in 1999 with the introduction of elite materials from IITA-Ibadan that NARS scientists had evaluated and selected. The most adapted of these varieties were tested in farmers' field of each partner country through on-farm-adaptive trials/testing (OFATS). OFATs have been conducted with farmers who have contributed to the selection of varieties that are most adapted to their farming systems and uses.

Since the planting material was the most important constraint to the development of root and tuber crops, it has become necessary to introduce community-based multiplication technologies for producing of planting materials of yam and cassava in selected farmers' fields. These technologies for seed yam production using the mini-set technique and rapid multiplication technique with two nodes cuttings of cassava were conducted in Benin, Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Chad, Ghana, Guinea and Togo. The National Research Institute (NRI) supervised the activities in each country through a yearly contract for local subsidies. Two manuals produced by IITA, the first titled "Improved production of seed yam" published in 2001 (ISBN 978-131-201-7) and the second "Rapid multiplication of cassava" (ISBN 978-131-133-9) were adapted to the farmers' conditions in each country. The procedures described in these manuals are used for training of farmers and extension agents in the implementation of community-based multiplication programmes (CBMPs) for increasing planting material of cassava and yam.

### **Results and discussions**

The results shown in Table 6 below are obtained on-farm for seed yam multiplication in Ghana with two yam varieties (Dente and Matches). Eighteen farmers from four villages in the district of Ejura, Ghana were involved. Preparation of mini-sets was carried out in each village together with participating farmers and the village extension officer.

Table 6: Improvement of yield in farmers' fields from year to year in Ghana

Varieties	Year 2001			Year 2002		
	Tuber weight (g)	Tuber per ha	Yield t/ha	Tuber weight (g)	Tuber per ha	Yield t/ha
Matches	375	42,672	16.25	359	57,442	20.78
Dente	125	17,000	2.39	223	25,327	5.77
Mean	250	29,836	9.32	290	41,385	13.27

### **Support to creation of national seed associations**

Another strategy by the West Africa Seed and Planting Material Network (WASNET) of the IITA/ GTZ Seed Project aims to assist the private professionals of seed (producers, dealers etc.) to form a national seed association.

Out of the twelve member countries of the network, eight have a national seed association. Three associations in Guinea, Niger and Mali were launched in 2003 (Figures 4 and 5).





Figure 1: Interactions with farmers for seed yam production



Figure 2: On-farm rapid multiplication of cassava

Farmers and the Extension Directorate organized a farmers' field day to document the rapid multiplication through the mini-set technique. As shown in the pictures below the actors of the field day were seed yam farmers. A video documentation was recorded for training.



Figure 3: Farmer to farmer training through field days

Table 7: Farmers, extension agents and locations/villages involved in CBMPs up to December 2003

Country	Crop	Number of locations/villages	Number of people trained		
			Farmers	Extension	Total agents
Benin	Cassava, yam	22	1230	24	1434
Burkina Faso	Cassava, yam	32	125149	1921	144170
Chad	Cassava, yam	61	30053	62	30655
Cote d'Ivoire	Cassava, yam	52	5013	52	5515
Ghana	Yam	5	52	10	62
Guinea	Cassava, yam	54	8156	154	9660
Togo	Cassava, yam	3832	364283	3125	395308
Total		105	1568	146	1714



Figure 4: Participants of the workshop for the official launching of APIDIA in Conakry, Guinea



Figure 5: Participants of the workshop for the official launching of ASSEMA in Bamako, Mali

### Conclusions and recommendations

The IITA/GTZ Seed Project has empowered individual seed producers in their respective community by providing the opportunity to incorporate new improved varieties of crops in their production system. However, there is need to review the process at regional and national levels for extension under the supervision of the extension officers in close collaboration with the seed service officers.

In northern Nigeria a new project funded by the United States International Development (USAID) on cowpea multiplication in three states has adopted the community-based seed multiplication approaches.

For root and tuber crops (yam and cassava) the project activities have contributed to the development and financing of national projects in Ghana (Root and Tuber Improvement Program (RTIP)); in Benin (Programme de Développement des Racines et Tubercules (PDRT); in Burkina Faso and in Chad, the FAO Lead Cassava Development Projects, etc.

### References

- Almekinders C, Louwaars N. 1999. Improving Local Seed Systems. In: *Farmers' Seed Production: New Approaches and Practices*. (Almekinders, C. and Louwaars, N. eds.). pp 33-58. Intermediate Technology Publications, London.
- Andreas W. Ebert, Kouboura Djinadou Igue. 2000. Igname et la pomme de terre en Afrique de l'Ouest. Actes d'un atelier sous régional sur l'igname et la pomme de terre tenue du 7 au 8 Juin 2000 à Ina, Bénin.
- Dankyi AA, Asiedu E, Maroya NG. 2000. Impacts of support to community-based seed production project in Ghana, Togo and Nigeria. IITA/GTZ/WASDU consultancy report.

- Ghana Grains Development Project, GGDP. 1995. Annual Report. *Ghana Grains Development Project, Crops Research Institute*, Kumasi, Ghana. 136 pp.
- Muli JM, Omanga PA, Jones RB. 1997. Farmer-to-Farmer Seed Supply: A Case Study of Pigeon pea Seed Distribution in Kenya. In: *Alternate Strategies for Smallholder Seed Supply*.
- Maroya NG, et Kouboura Alice Djinadou Igue. 2001. Actes d'un atelier regional sur le manioc tenu à Lomé, Togo du 11 au 12 Septembre 2001.
- Maroya NG, Wolfgang Bertenbreiter. 2002. Proceeding of the First General Assembly of the West Africa Seed and Planting Material Network (WASNET) held in Banjul, The Gambia from 22 to 24 January 2002.
- Ocran VK, Delimini LL, Asuboah RA, Asiedu EA. 1998. *Seed Management Manual for Ghana*. 60 pp. DFID, Publication, United Kingdom.
- Root and Tuber Improvement Programme–RTIP. 2000. Strategies for Planting Material Multiplication and Distribution for Cassava. Minutes of a Mini-Workshop to Develop Strategies for Enhanced Multiplication of Cassava Planting Material. Kumasi, June 2000. 9 pp.



## Utilisation et stratégies de conservation de *Moringa oleifera* Lam (nebedaay en ouolof) un légume feuille d'avenir au Sénégal

M. Diouf<sup>1</sup>, M. Gueye<sup>2</sup>, B. Faye<sup>1</sup>, O. Dieme<sup>3</sup>, C. Lo<sup>1</sup>, D. Gningue<sup>3</sup>, C.O. Ba<sup>1</sup>, T. Ba<sup>1</sup>, Y. Niang<sup>1</sup>, Ba. M. Diao<sup>1</sup>, A. Tamba<sup>1</sup>, A.A. Mbaye<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA)

<sup>2</sup> Institut Fondamental d'Afrique Noire Cheikh Anta Diop (IFAN-UCAD)

<sup>3</sup> Institut de Technologie Alimentaire

### Résumé

Le nebedaay (*Moringa oleifera* LAM) est le deuxième légume feuille le plus important au Sénégal après le bisaab (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Diouf et al. 1999). Il a été rapporté que pour un enfant de 1 à 3 ans, une cuillerée à soupe pleine (8 g) de poudre de feuilles séchées satisfera 14 % de ses besoins en protéines, 40 % de ses besoins en fer et en calcium et tous ses besoins en vitamines (Fuglie et Mane 1999). La commercialisation des sachets en poudre à raison de 25 F CFA l'unité permet de générer des revenus. En dépit de son importance alimentaire et économique, il fait l'objet de peu d'attention par la recherche et les utilisateurs. Il pourrait être considéré comme une espèce menacée de disparition notamment dans certaines localités du pays où il faut marcher une dizaine de kilomètres pour avoir des feuilles. Dans le souci de mieux comprendre les différents usages du nebedaay et sa place dans les systèmes de production, grâce à l'appui financier de Bioversity, des missions de prospections, des visites de marchés, des rencontres avec des tradithérapeutes et des enquêtes scio-économiques ont été menées à travers le Sénégal. Une expérimentation visant à évaluer le potentiel de production de 6 provenances (MCDH, Mkothiary, Mtamba, Mthiomby, Mdiourbel et MAVRDC) a été également conduite à la station de ISRA-CDH et des stratégies de conservation initiées dans un site pilote.

Les résultats obtenus ont montré que 23 accessions sont conservées dans les herbiers de l'IFAN-UCAD. L'espèce était abondante dans les jardins indigènes à Dakar dans les années 1882 et était consommée sous forme de sauce accompagnant le couscous ou « thiéré Mboumou nebedaay ». La principale source d'approvisionnement en feuilles est la cueillette à l'exception d'une localité (village de Thiomby) où il occupe la 14<sup>ème</sup> place parmi les espèces cultivées. C'est ainsi que le village de Thiomby a été pris comme site pilote. Les principales contraintes de production dans cette localité sont les ennemis de culture, l'accès à des semences de qualité et la non maîtrise des itinéraires techniques. Les feuilles produites sont vendues à raison de 100 F CFA le kg et la fréquence de consommation serait de 3 fois par semaine. En plus de son importance alimentaire et économique, le nebedaay possède des vertus médicinales. Certains tradithérapeutes rencontrés ont rapporté que cette espèce soignerait près de 6 maladies et d'autres affirment qu'elle possède 313 vertus chacune étant le contraire de l'autre (Diouf et al., 1999). L'évaluation du potentiel de production des six (6) provenances en station a montré que les deux provenances MAVRDC suivie de MThiomby semblent être supérieures aux autres. Ces meilleures provenances présentent également les meilleurs index de récolte et de taux de matière sèche. Le coefficient de conversion des feuilles séchées (à l'ombre) en poudre varie de 70 à 80 % pour l'ensemble des provenances. Ce coefficient de conversion va permettre de déterminer le nombre nécessaire de pieds de nebedaay par village pour satisfaire les besoins en poudre. Afin d'accroître la disponibilité et l'accessibilité des feuilles, des tests de hauteurs de coupe (2 m, 1,75 m, 1,5 m et 1,25 m) ont été effectués sur la provenance MCDH. La coupe à 1,25 m semble produire plus de rejets et de feuilles que les autres. La caractérisation des différentes provenances a montré que la provenance MAVRDC qui semble être la plus précoce et parmi les plus productives pourrait être utilisée dans les futurs parcs à nebedaay à mettre en place dans le site pilote pour la production de feuilles et de semences. L'analyse des différents paramètres mesurés a révélé que les provenances MCDH, MAVRDC et Mdiourbel sont homogènes alors que Mtamba, Mthiomby et Mkothiary montrent une certaine dissimilarité à

l'intérieur de la provenance ce qui laisse présumer l'existence d'une variabilité intraspécifique. Dans le cadre des stratégies de conservation, dans le site pilote de Thiombly, unique localité de culture de l'espèce, des sessions de formation aux techniques de production de plants ont été organisées avec l'appui financier du DMP. Les deux mille cinq cents (2 500) plants produits selon une approche participative seront distribués dans les villages à raison de 3 pieds par carré et ce, en conformité avec certaines considérations socioculturelles rapportées « Plus de trois (3) pieds de nebedaay dans une maison est source de malheurs ». En perspectives des parcs à nebedaay seront installés dans le site pilote, des jardins communautaires avec comme brise vent le nebedaay et des pépinières de plants seront produits et distribués. Ces jardins communautaires serviront de champs école paysanne « farmer Field school ». L'élaboration de documents didactiques et l'utilisation des médias permettront de mieux diffuser les acquis et de sensibiliser les autorités sur l'importance de l'utilisation et de la préservation de l'espèce pour les générations actuelles et futures.

### **Introduction**

Cinquante quatre pour cent (54 %) des ménages sénégalais vivent en dessous du seuil de la pauvreté (QUID 2001). Les spécialistes estiment qu'en 2015, 50 % de la population sénégalaise vivra en dessous de ce seuil. Les femmes et les enfants en milieu rural et en banlieue des grandes villes seront les plus touchés. Les légumes feuilles traditionnels bien adaptés à nos conditions agro-écologiques, faciles à produire et peu exigeants en intrants restent une alternative à la portée de ces populations vulnérables. Ils donnent un rendement plus élevé dans un délai relativement court par rapport aux céréales et sont beaucoup plus riches en vitamines et sels minéraux que la plupart des légumes dits européens (Westphal et al. 1987).

Parmi les légumes feuilles traditionnels les plus populaires au Sénégal, nous avons entre autres *Hibiscus sabdariffa* L. (bisaab en Ouolof), *Moringa oleifera* LAM (nebedaay), *Senna obtusifolia* L (nduur), *Leptadenia hastata* Decne (caxat), *Amaranthus* spp. (mboro-mboro) et *Vigna unguiculata*. Le nebedaay est le deuxième légume feuille le plus important au Sénégal après le bisaab. C'est un arbre originaire de la région nord de l'Inde. Il pousse actuellement partout dans les régions tropicales et subtropicales. Il supporte une large gamme de types de sols et de conditions pluviométriques. La pluviométrie annuelle minimale requise est estimée à 250 mm, avec une moyenne maximale de 3000 mm. La température idéale se situe entre 25 et 35°C. C'est un arbre à usages multiples (nutritionnel, médicinal, artisanal, etc.). Les feuilles fraîches et sèches sont utilisées au Sénégal dans un plat appelé « Cerey mboumou nebedaay en ouolof » (sauce à base de feuilles de nebedaay consommée avec le couscous). Il a été rapporté que pour un enfant de 1 à 3 ans, une cuillère à soupe pleine (8 grammes) de poudre de feuilles séchées satisfera 14 % de ses besoins en protéines, 40 % de ses besoins en fer et en calcium et tous ses besoins en vitamine A. Trois cuillères à café de poudre de feuilles séchées ajoutées aux plats de riz, aux soupes et aux différentes sauces juste avant de servir n'ont pas une grande influence sur le goût de la sauce et tous les repas apporteront une bonne nutrition à la famille. Des propriétés antimicrobiennes des graines et racines du nebedaay ont été rapportées (Pham 2004). Un sachet de 100 g de poudre est vendu à 25 FCFA (Fuglie et Mane 1999). Les gousses séchées et les graines commencent à être commercialisées au Sénégal. Le prix moyen du kg de feuilles fraîches s'élève à 100 F CFA. De ce fait on peut dire que ce légume feuille constitue une source de revenus non négligeables (Diouf et al. 1999) pour les producteurs et les populations.

En dépit de son importance alimentaire et économique, ce légume feuille fait l'objet de peu d'attention par la recherche, les ONGs et les utilisateurs, malgré que dans certaines localités du Sénégal, les femmes marchent sur des distances pouvant atteindre 10 km pour chercher des feuilles (Fuglie et Mane 1999).

Dans le souci de mieux comprendre les différents usages de ce légume feuille et sa place dans les systèmes de production, des missions de prospections et des enquêtes diagnostiques ont été réalisées à travers le Sénégal. Afin d'accroître la disponibilité des feuilles (fraîches et sèches) et de la poudre, des études ont été menées sur l'évaluation du potentiel de production et des modes de production de six (6) provenances. L'analyse de la diversité intra-spécifique a



été faite pour identifier les meilleures provenances à intégrer dans les stratégies de conservation à proposer.

## **Methodologie**

### **Prospections et enquêtes diagnostiques**

Deux missions de prospection ont été effectuées en saison sèche à travers le Sénégal. Un inventaire des accessions contenues dans les herbiers de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN) et du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar (UCAD), des rencontres avec les commerçants et tradi - thérapeutes et deux missions d'enquêtes socio-économiques ont été organisés dans deux villages pilotes incluant Thiombly. Une équipe multidisciplinaire composée d'un socio-économiste, ethnobotaniste, sélectionneur, agronome et d'un technologue alimentaire a séjourné pendant 10 jours à l'intérieur du pays pour chacune des missions de collecte. Le guide de collecte de l'Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) (AVRDC 2002a) a été adapté et utilisé comme support lors de chaque mission. Les missions d'enquêtes socio-économiques ont été menées par une équipe multidisciplinaire dans les villages de Keur Pathé Kane à MBORO et de Thiombly Sérère à KAOLACK. Elles ont duré chacune 8 jours, la méthode accélérée de Recherche Participative (MARF) a été l'outil utilisé.

### **Evaluation du potentiel de production**

Le matériel végétal utilisé est composé de six (6) provenances de nebedaay (MCDH, MTamba, MKothiary, MDiourbel, MThiombly et MAVRDC). L'expérimentation a été conduite au Centre pour le Développement de l'Horticulture (CDH) de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Le site CDH est caractérisé par un sol sableux (95 % de sable) pauvre en matière organique. La parcelle d'essai a été labourée et nivelée manuellement. De la fumure organique de fond et minérale de fond ont été apportées à raison de 1 kg / m<sup>2</sup> de poudre d'arachide et de 30 g / m<sup>2</sup> de NPK (10-10-20). Le Carbofuran (2,5 g / m<sup>2</sup>) et le Deltaméthrine (1 ml / litre de solution) ont été utilisés pour contrôler respectivement les termites et les insectes. La fumure minérale de couverture a été apportée (20 g / m<sup>2</sup>) au 30<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> jours après semis (jas) (Beniest 1987).

Le semis a été fait le 26 mai 2003 en poquets disposés en doubles lignes. Trois (3) graines ont été semées par poquet. Les plants sont espacés de 50 cm sur la ligne et 50 cm entre plants de doubles lignes. Les doubles lignes sont espacées de 1 m. Le démariage a été fait 42 jas et un plant a été laissé par poquet. Les paramètres du développement végétatif (poids feuilles entières, poids limbe, index de récolte, poids feuilles séchées, taux de matière sèche etc.) ont été mesurés sur les plants issus du démariage. Les paramètres du développement floral et de production ont été mesurés sur un échantillon de 3 pieds pour chacune des six (6) provenances à 79 et 113 jas. La précocité des différentes provenances a été évaluée. Elle consistait à déterminer pour chaque provenance, le pourcentage de pieds ayant des fleurs par rapport au nombre total.

L'évaluation du potentiel de production consistait à prélever un échantillon de 3 pieds par provenance. Cinq (5) feuilles bien développées, choisies à partir de la troisième feuille du sommet vers le bas ont été prélevées sur chaque pied. Le poids total des 5 feuilles fraîches (folioles + nervures principales et secondaires) a été évalué pour chaque provenance, le rendement biologique (RB), le rendement économique (RE) et l'index de récolte [(RE/RB)\*100] ont été calculés. Les feuilles ont été débarrassées de leurs nervures principales et secondaires) et les limbes frais pesés. Un échantillon de folioles fraîches de 20 g a été prélevé et séché (à l'abri des rayons solaires) à la température ambiante du laboratoire ( $\pm 24$  °C) pendant 7 jours et le taux de matière sèche déterminé par pesage (Balance électronique Marque SARTORIUS de portée 600 g).

Dans le souci d'évaluer la quantité de feuilles sèches nécessaire pour satisfaire les besoins en poudre des enfants, un test de calcul de coefficient de conversion des feuilles séchées en poudre a été effectué sur les 6 provenances. Ce test consistait à prélever 5 feuilles bien développées et à récolter les limbes. Le limbe ainsi récolté est pesé puis séché au laboratoire à

la température de 24 °C. A l'état sec, le limbe est pilé à l'aide d'un mortier et d'un pilon puis tamisé. La poudre ainsi récoltée est pesée. Le calcul du coefficient de conversion consiste à faire le rapport du poids de la poudre obtenue au poids sec des feuilles et le tout exprimé en pourcentage [(Poids poudre / poids sec) x 100].

### **Etude des modes de production et des stratégies de conservation**

Il existe plusieurs modes de production de feuilles: La production à partir des jeunes plants issus de semis direct des graines de nebedaay en pépinière et les feuilles de jeunes pieds issus du démariage à 42 jours après semis. Le développement de rejets à partir des pieds coupés est une source de production de feuilles. Les pieds âgés constituent également une source de feuilles. Cependant, Il a été rapporté que la récolte progressive des feuilles de la partie inférieure des pieds rendrait leur accès de plus en plus difficile et réduirait considérablement la production. La taille des pieds favorise le développement de rameaux secondaires et l'accroissement de la production en feuilles. C'est ainsi qu'un test de hauteur de coupe a été effectué sur des pieds âgés de 180 jours à la station de l'ISRA-CDH. La provenance MCDH a été utilisée. Les graines ont été semées par bandes de 10 pieds répétées 4 fois. Les pieds sont distants de 35 cm sur la bande et 35 cm entre les bandes. La parcelle de semis avait comme précédant cultural le bisaab. Le suivi consistait tout simplement à apporter de l'eau d'irrigation et aucune fertilisation minérale ou organique n'a été apportée. Les hauteurs de coupe testées sont 1,25 m, 1,50 m, 1,75 m et 2 m du sol. Chaque hauteur de coupe a été répétée une et une seule fois par bande (ou bloc).

Afin d'identifier les meilleures provenances à utiliser dans les stratégies de conservation, la clé de l'AVRDC (AVRDC, 2002b) a été adaptée et utilisée pour la caractérisation des différentes provenances. A cet effet, les paramètres du développement végétatif, floral et de production (diamètre, hauteur, nombre de feuilles, taux de floraison, date d'apparition des premières fleurs) poids des feuilles fraîches, taux de matière sèche, index de récolte et coefficient de conversion ont été déterminés à différentes dates (42, 79 et 113 jas). Les caractéristiques de la production (longueur, diamètre, poids et nombre de graines par fruit) à 150 jas. L'analyse de ces différents paramètres en utilisant le Logiciel d'analyses statistiques multivariées (R) a permis d'obtenir un daisydendrogramme pour les caractères qualitatifs (couleur, goût à l'état cru, odeur des feuilles, couleur pétiole, couleur et odeur fleurs, couleur fruit avant maturité) et un quantidendrogramme pour les caractères quantitatifs. Le daisydendrogramme permet de déterminer le coefficient de dissimilarité entre les provenances ou les pieds qui composent chacune d'elles et le quantidendrogramme la distance euclidienne qui sépare les pieds ou les différentes provenances.

Les stratégies de conservation ont porté sur le renforcement de capacité par l'organisation d'une session de formation participative de production de plants. Cette formation a touché 40 producteurs. Deux mille cinq cent plants (2 500) ont été produits et distribués dans le village de Thiombly et ceux environnants.

### **Résultats et discussion**

#### **Prospections et enquêtes diagnostiques:**

Cinq (5) accessions de nebedaay ont été collectées durant les missions de prospections menées à travers le pays et une introduite de l'AVRDC. L'inventaire des échantillons de nebedaay dans les herbiers de l'IFAN et du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta DIOP (UCAD) a révélé 23 accessions dont 14 collectées au Sénégal et 9 dans la sous région. Les informations contenues dans les échantillons conservés ont montré qu'en 1936 le nebedaay était abondant dans les jardins « indigènes » à Dakar. Ces informations ont été confirmées par Derrien (1882). A Thiès en 1935, les « indigènes mangeaient les feuilles dans le couscous ». En milieu Ouoloff, il portait le nom de « tamarinier blanc » (dakhhar toubab).

Certains tradi - thérapeutes rencontrés au Sénégal ont rapporté que cette espèce soignerait près de 6 maladies et d'autres affirment qu'elle possède 313 vertus. Les 313 vertus se répartissent comme suit: 111 au niveau des feuilles, 11 sur les fleurs, 92 au niveau des écorces et 99 dans les racines. La recommandation aux diabétiques de consommer des feuilles de nebedaay et

l'efficacité du suc des feuilles fraîches et/ou des fleurs contre la conjonctivite ont été également rapportées. L'utilisation des amandes à raison de 3 par jour pendant 3 mois permettrait d'éradiquer complètement le rhumatisme.

L'analyse de l'importance de la consommation, de la culture, de la cueillette et de la commercialisation à travers les différentes localités (figure 1) permet faire un certain nombre d'observations: le nebedaay est seulement cultivé dans une localité parmi celles visitées (Thiomby) où il occupe la 9<sup>ème</sup> place. La cueillette est relativement importante à l'exception de Fatick où elle occupe la 14<sup>ème</sup> place et dans une moindre mesure Matam (5<sup>ème</sup> place) et Bakel (4<sup>ème</sup> place). Ces deux dernières localités sont des zones où la consommation est faible alors que Fatick est une zone par tradition de consommation de feuilles de cette espèce. Cependant la rareté de ce légume à Fatick a complètement réduit la consommation. Il est certes commercialisé dans beaucoup de localités mais le faible rang qu'il occupe est lié en grande partie soit aux habitudes de consommation des populations ou à l'indisponibilité du produit. Cette rareté est liée à la surexploitation des quelques pieds trouvés çà et là dans les villages. Les cycles de sécheresse ont également contribué à la réduction des pieds de nebedaay dans certaines localités auxquelles s'ajoutent le déficit de production de l'espèce et des considérations socioculturelles. Il a été rapporté lors de nos missions que « Plus de trois (3) pieds de nebedaay dans une concession est source de malheurs ».

De façon générale, le nebedaay n'est pas largement cultivé au Sénégal et il n'existe pas de parcelle en culture pure. Les agriculteurs intéressés l'utilisent comme brise vent ou comme haie vive autour des parcelles de production de légumes (manioc, gombo, aubergine, etc.). Dans certains cas, ils plantent 1 à 2 pieds dans leur concession sans aucun suivi. L'approvisionnement en semences se fait par l'auto production ou par la collecte de semences sur des pieds du village. La conservation des semences se fait en utilisant les gousses mures sèches ou les graines dans des contenants permettant la circulation de l'air le tout gardé dans une chambre relativement fraîche.

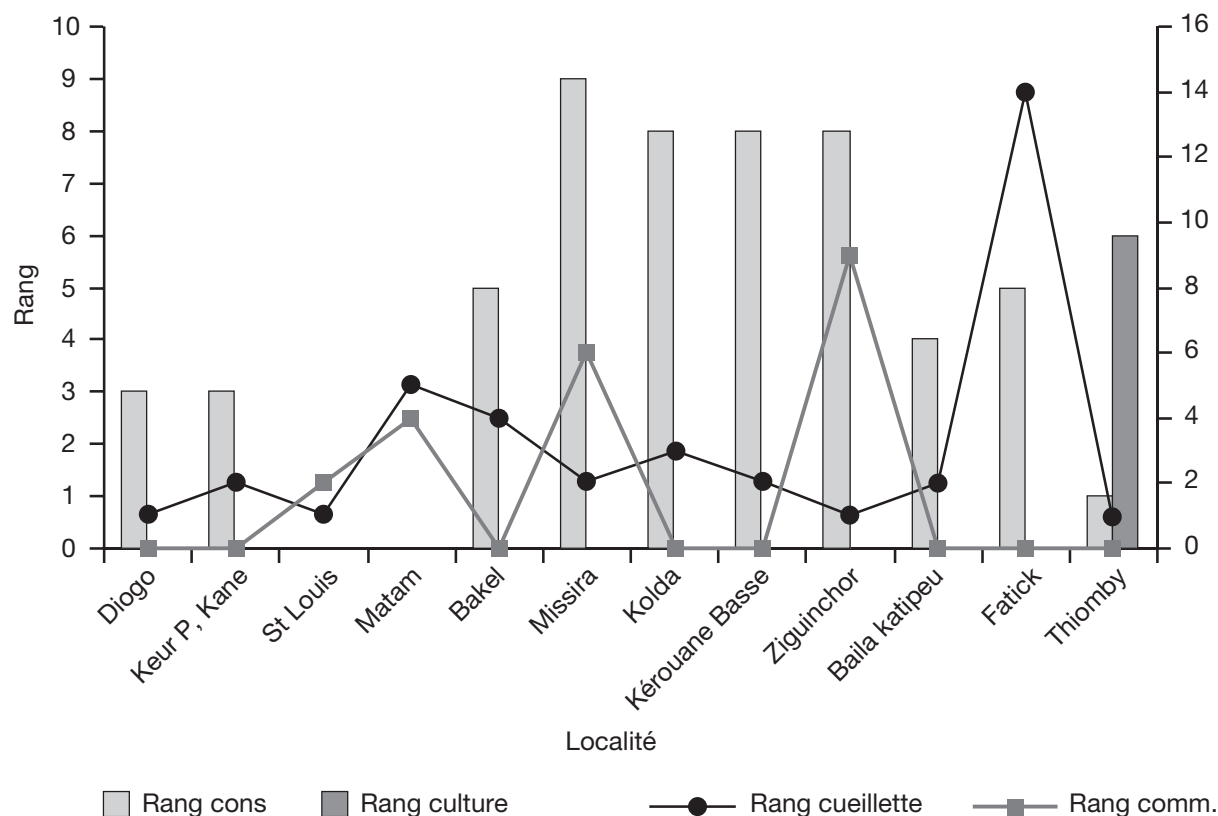


Figure 1: Valorisation du nebedaay dans 14 localités du Sénégal (Rang comm = rang commercialisation; rang cons = rang consommation)

La propagation se fait en hivernage en semis direct à raison d'une graine par poquet. Les écartements entre les plants sont estimés à 1, 5 m. Le nombre de coupes est de 3 fois par an pour une parcelle en pleine production. Les feuilles sont séchées au soleil sur une bâche pendant 3 à 4 jours avant leur mise en sacs. Ce séchage au soleil entraîne une déperdition de la vitamine A de l'ordre de 50 % (Delisle et al. 1997). Après séchage, elles sont vendues à 1000 FCFA la bassine. Les principales contraintes de production sont liées aux attaques de termites, de chenilles d'insectes, et de la mineuse des feuilles (*Liriomyza trifolii*) qui pullule pendant la saison des pluies.

### Evaluation du potentiel de production

L'analyse de la précocité des 6 provenances de nebeday a montré que la provenance MAVRDC semble être la plus précoce, suivie de loin par MDiourbel, MKothiary et MThiomby (Figure 2). Les provenances MCDH et MTamba sont les plus tardives. Alors que celles tardives sont les préférées des producteurs de feuilles, car elles permettent une plus longue période de récolte des feuilles. Les provenances MAVRDC et MThiomby semblent présenter un poids total de feuilles (respectivement de 5,8 kg et 6,4 kg) et un poids de limbes (respectivement de 3,4 kg et 3,7 kg) supérieurs aux autres provenances. Elles auraient des potentiels de productions de feuilles supérieurs. Même si les deux provenances MAVRDC et MThiomby présentent un index de récolte (respectivement 59 et 60 %) et un taux de matière sèche relativement supérieurs (31 et 30 %), les 6 provenances semblent disposer de bons potentiels de production (Figure 2). Le coefficient de conversion des 6 provenances est relativement intéressant, il varie de 74 à 82 % (MCDH (75), MTamba (79), MKothiary (76), MDiourbel (74), MThiomby (82) et MAVRDC (78)). En prenant la provenance MAVRDC comme référence pour la production de feuilles et de semences, il suffit de 3 pieds par concession pour produire au bout de 79 jas, 2,468 kg de poudre. Cette quantité est largement suffisante pour couvrir les besoins d'un enfant (1 à 3 ans) en poudre à raison de 8 grammes (une cuillère à soupe pleine) par jour avec une fréquence de 6 jours par semaine pendant 1 an.

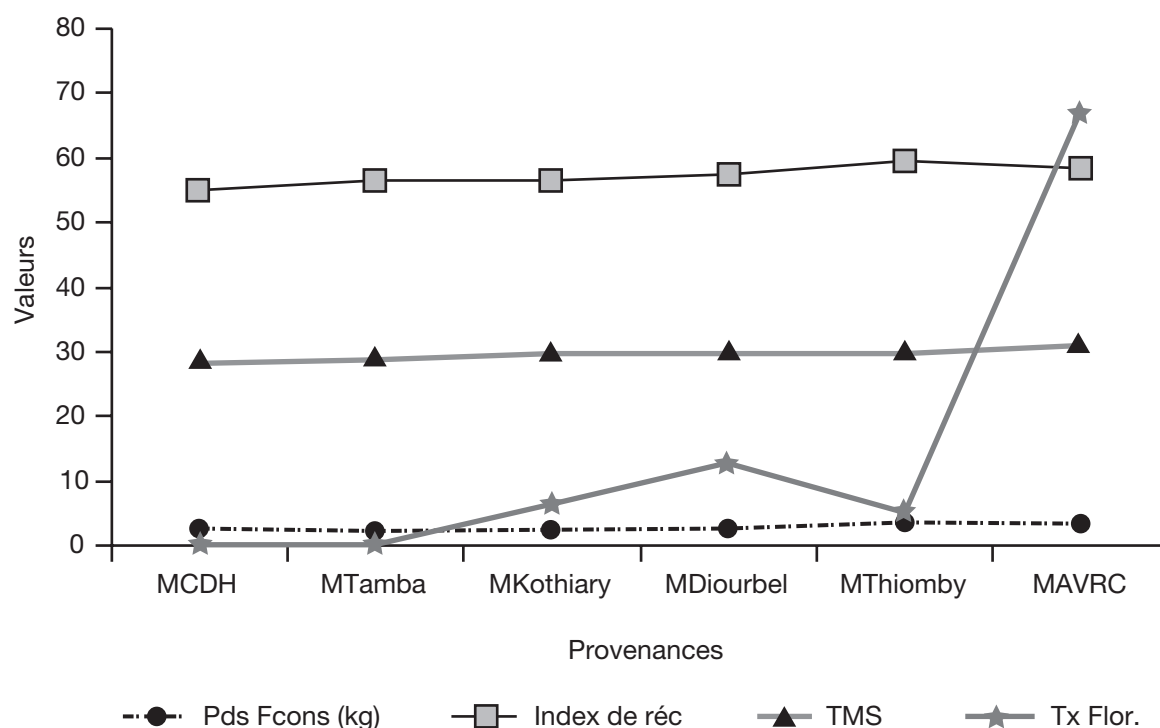


Figure 2: Caractéristiques (précocité et production) de 6 provenances de nebeday 79 jours après semis (Jas): (Index de réc = Index de récolte; TMS = Taux de matière sèche (%); Pds F cons = Poids de feuilles consommables (kg); Tx Flor = Taux de floraison)

**Etude de modes de production et stratégies de conservation**

Les problèmes d'accès à la matière organique et aux gaines nous ont poussé à opter pour le semis direct en mode de production de feuilles. Les feuilles des jeunes pieds issues du démariage 42 jours après semis et celles provenant de rejets à partir des pieds coupés ont été préconisées. Le test de hauteur de coupe sur la provenance MCDH a montré que la coupe à 1,25 m produisait plus de rejets et de feuilles que les autres hauteurs. Cependant, il ne semble pas exister de différence significative entre les diamètres des pieds choisis (Figure 3). L'analyse de la diversité intra-spécifique montre une certaine variabilité. La provenance MAVRDC se démarque des autres avec une importante distance euclidienne. Alors que les provenances MCDH et MKothiary présentent une grande similarité (Figure 4). La figure 5 montre une certaine homogénéité des provenances MCDH, MAVRDC et MDiourbel, alors que les provenances MTamba, MTiomby et MKothiary présentent une certaine variabilité des individus qui composent les provenances.

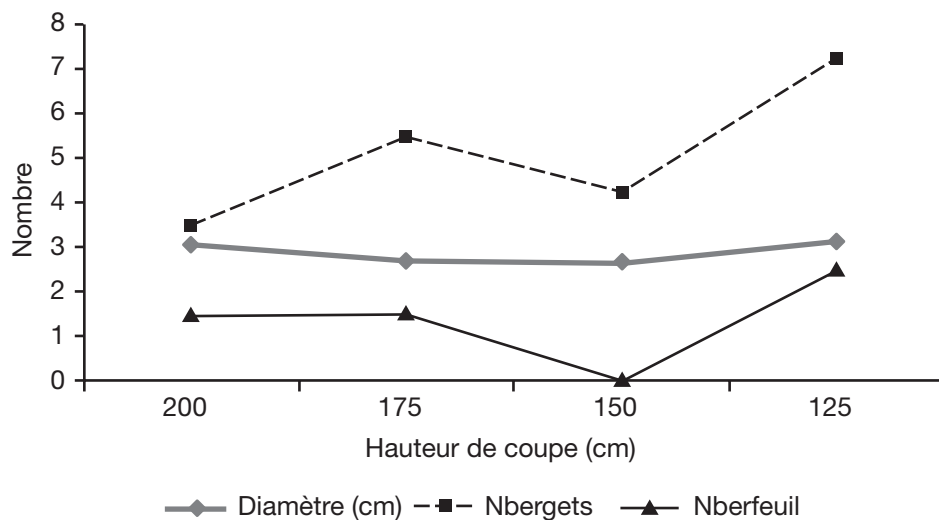


Figure 3: Etude de la hauteur de coupe du nebedaa (Nbergets = Nombre de rejets; Nberfeuille = Nombre de feuilles)

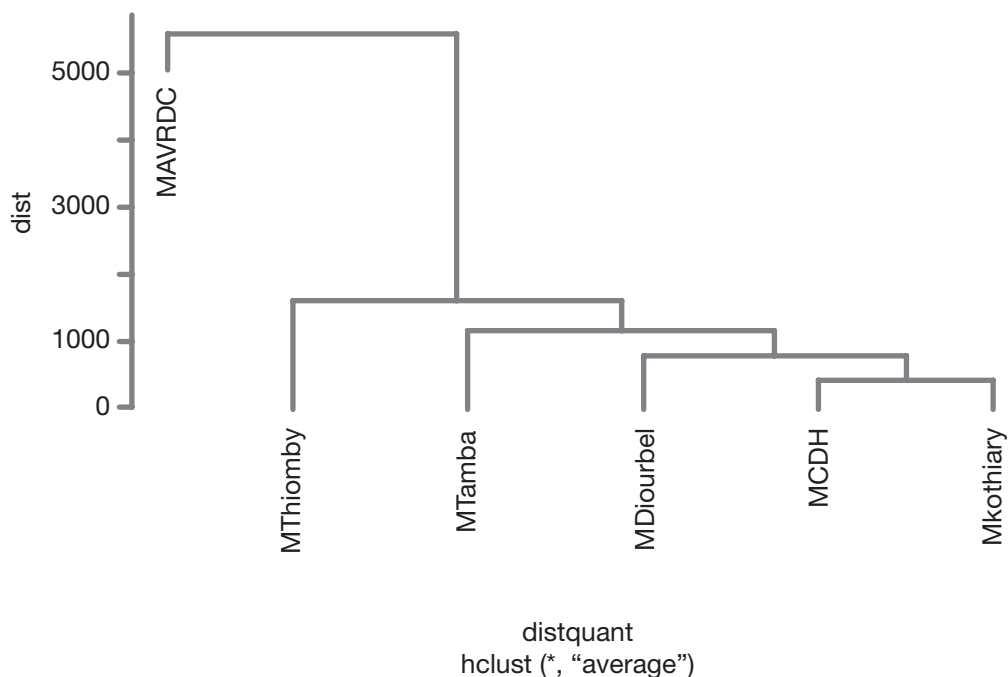


Figure 4: Quantidendrogramme des six (6) provenances de nebedaa



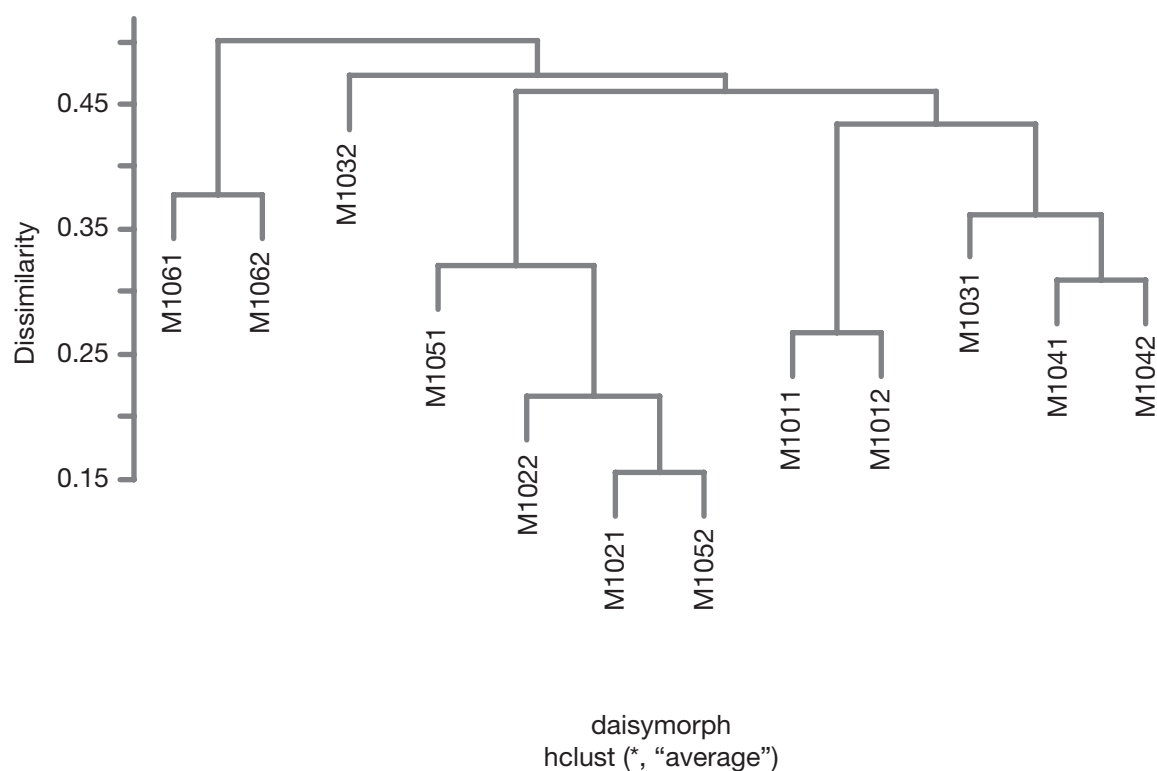


Figure 5: Daisydendrogramme des six (6) provenances de nebedaa

### Conclusion et perspectives

Le nebedaa (*Moringa oleifera* LAM) était abondante dans les jardins indigènes à Dakar dans les années 1882 et était consommée sous forme de sauce accompagnant le couscous ou « Cerey Mboumou nebedaa ». La principale source d’approvisionnement en feuilles est la cueillette à l’exception d’une localité (village de Thiomby) où il occupe la 14<sup>ème</sup> place parmi les espèces cultivées. Il pourrait même être considéré comme une espèce menacée de disparition notamment dans certaines localités du pays où il faut marcher une dizaine de kilomètres pour avoir des feuilles. Pourtant, outre ses propriétés nutritionnelles inestimables, il possède des vertus tradithérapeutes et est capable de générer des revenus au bénéfice des producteurs.

L’évaluation du potentiel de production des six provenances en station a révélé les bonnes performances des provenances MAVRDC et MThiomby. Les principales sources de feuilles sont les plants issus de semis direct ou les rejets de coupe sur des pieds âgés de 180 jas. Ces deux dernières peuvent être utilisées pour la production de semences et de feuilles, dans le cadre des stratégies de conservation, dans le site pilote de Thiomby, unique localité de culture de l’espèce. La technique de conservation à la ferme sera préconisée. A ce sujet, des sessions de formation participative aux techniques de production de plants ont été organisées. Deux mille cinq cents (2 500) plants ont été produits et distribués dans les villages à raison de 3 pieds par carré et ce, en conformité avec certaines considérations socio-culturelles rapportées «Plus de trois (3) pieds de nebedaa dans une maison est source de malheurs».

Cette expérimentation en station devrait être reconduite en milieu paysan à une plus grande échelle afin de confirmer ou infirmer ces résultats.

En perspectives, des plants seront produits et distribués selon les besoins en feuilles de populations de la localité pour la mise en place de parcs et de jardins communautaires. Des parcs à nebedaa pour la production de feuilles et de semences et jardins communautaires avec comme brise vent le nebedaa. Ces jardins communautaires serviront de champs école paysanne « farmer field school ». L’élaboration de documents didactiques et l’utilisation des médias permettront de mieux diffuser les acquis et de sensibiliser les autorités sur l’importance de l’utilisation et de la préservation de l’espèce pour les générations actuelles et futures.

**Références**

- AVRDC. 2002a. AVRDC-GRSU Collecting record sheet. AVRDC-ARP, Arusha, Tanzania. 2 pp.
- AVRDC. 2002b. AVRDC-GRSU Characterization record sheet. AVRDC-ARP, Arusha, Tanzania. 2 pp.
- Beniest J. (éd.), 1987. Guide pratique du mara îchage au Sénégal. CDH ISRA BP 3120. Dakar Sénégal. 144 pp.
- Delisle H, Bakari S, Gevry G, Picard C, Ferland G. 1997. Teneur en provitamine A des feuilles vertes traditionnelles du Niger. Cahiers Agricultures, 6553-560.
- Derrien C. 1882. Récolte N°62 au Cayor et 40/16 dans le Fouladou route de Goubanto.
- Diouf M; Diop M, Lo C; Drame KA, Sene E, Ba CO, Gueye M, Faye B. 1999. Prospection de légumes feuilles traditionnels de type africain au Sénégal. In: Biodiversity of traditional leafy vegetables in Africa. In: Chweya JA, Eyzaguire P, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome Italie. pp. 111-150.
- Fuglie LJ, Mane M. 1999. L'arbre de la vie. "*Moringa oleifera*": Traitement et prévention de la malnutrition. Church Word Services (CWS), Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest. 12 rue Félix Faure, BP 3822. Dakar, Sénégal. 71 pp.
- Pham JL. 2004. Moringa, dernières nouvelles. Spore N°106. p. 7.
- Questionnaire Unifié des Indicateurs de Développement (QUID) des Enquêtes Sénégalais Auprès des Ménages (ESAM-II) 2001. Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DRSP), 64 pp.
- Westphal E, Embrechts J, Ferwerda JD, Van Gils-Meeus HAE, Mustsaers HJW, Westphal-Stevens JMC. 1985. Les cultures potagères: Cultures vivrières tropicales avec référence spéciale au Cameroun. pp. 321-463.

## Rural livelihoods: Conservation, management and use of genetic resources of indigenous trees

### ICRAF's experiences and perspectives in West and Central Africa

Z. Tchoundjeu<sup>1</sup>, P. Mbile, E. Asaah, A. Degrande, P. Anegebeh, C. Facheux, A. Tsobeng, T. Sado, C. Mboosso, A. Atangana, M.L. Mpeck, M.L. Avana, D. Tita

<sup>1</sup>The World Agroforestry Centre (ICRAF), Africa humid tropics regional programme, Yaounde, Cameroon

#### Abstract

Forest loss and fragmentation over the past decades in West and Central Africa (WCA) is directly affecting the habitats of valuable plants, driving species isolations, reducing species populations and, in some cases, accelerating the extinction of potentially useful plants. Some tropical rainforest plants also show signs of reduced seed germination or seedling establishment due to natural regeneration.

However, forests in WCA remain important sites, habitats and sources of potentially useful plant genetic materials. The roles of many tropical tree species and their products as sources of food, medicine and other services they provide to local people have been documented. The exploitation, uses and commercialization of these tree products, constitute an important activity for people living within, around and beyond forests in the region. Markets have expanded within and outside the ecological range for some of these species. Potential for further development for industrial use has also been established.

Since 1998, ICRAF (Africa Humid Tropics – AHT Programme) in partnership with several local and regional stakeholders in WCA have been implementing a tree domestication programme aimed at diversifying smallholder livelihood options by selecting, multiplying, integrating, managing and marketing indigenous trees/plants and their products to ensure that they provide livelihood and conserve the environment. ICRAF is implementing the tree domestication programme in Cameroon, Equatorial Guinea, Gabon, Nigeria, and, more recently, in the Democratic Republic of Congo (DRC).

The programme started with prioritizing a range of indigenous fruit and medicinal trees with the local community. Emphasis then moved to capacity-building: training and follow-up with a range of low-tech and adaptable propagation and marketing techniques for local stakeholders, and training, backstopping and dissemination of information to regional government and non-governmental partners to enhance ownership and adoption of the process.

So far, the programme has contributed to:

- Building natural assets of resource-poor farmers to increase their access to diverse agroforestry tree products;
- Developing human capacities for perpetuating knowledge and experience in the region;
- Developing mechanisms for increasing and diversifying household revenue through better marketing of indigenous agroforestry tree products;
- Developing multi-species, on-farm needs-based and classical gene banks of selected high-value indigenous species in Cameroon and Nigeria.

As the programme develops in the region the following strategies are emphasized:

- Building strategic partnerships to achieve greater impact by increasing the potential contribution that agroforestry tree products make to household revenue;
- Linking tree domestication to other important regional challenges by supporting policy frameworks on forest management and sustainable environmental management.

#### Introduction

In a global context according to CARPE (2001), annual deforestation rates are relatively low in Central Africa (0.6% a year between 1980 and 1990). However, with average forest losses of

200,000 - 220,000 hectares a year during 1990-2000 (Njib 1999) in Cameroon, the potential for plant biodiversity loss remains high. Although the highest rates of deforestation are not necessarily associated with the highest population densities, with a population growth rate of 2-3% per year (World Bank Group 2002) within Central Africa, the demand for agricultural land is increasing, as is the scale of forest transformation.

Forests are important sites of potentially useful plant genetic resources (PGR). The roles that tropical tree species and their products play as sources of food, medicine and providing other services to local people have been documented (Okafor 1991, Falconer 1990; Leakey and Newton 1994). The exploitation, uses and commercialization of these tree products constitute an important activity of people living around and beyond forest within the region (Ndoye et al. 1998). For some of these species, markets have expanded within and outside their wide ecological range (Cunningham et al. 1997; Tabuna 1999). In addition, great potentials for their further development at industrial level exist (Leakey 1999).

However, loss and fragmentation, through conversion of forests to farmland and degradation, can cause plant biodiversity losses. The two processes also indirectly hamper regeneration and accelerate species rarity, isolation and extinction rates. Unmonitored forest loss and fragmentation in the region is affecting the habitats of valuable plants by increasing extinction rates of tropical plant species and reducing species populations (Wilcoxe et al. 1986; Hudson 1991; Forman and Gordon 1989). Moreover, plants in tropical rainforests (TRF) suffer from reduced seed germination or seedling establishment through natural regeneration caused by environmental conditions imposed by forest conversion. They also face competition from helophytic ruderal herbs in these converted lands (Uhl et al. 1988).

Faced with such global and regional challenges, an important contribution towards the conservation and management of indigenous plant genetic resources in the sub-region should include a conscious, smallholder farmer livelihood-driven process, targeting *ex situ* and *in situ* methods for plant genetic resources conservation and management. These approaches should be characterized by identification, collection, regeneration, value-addition and management approaches.

Since 1998, ICRAF, in partnership with several local and regional stakeholders in WCA have been implementing a tree domestication programme aimed at protecting the environment and diversifying the sources of livelihood for smallholder farmers through conservation and management of indigenous trees and plants.

This paper presents ICRAF's experiences and perspectives in conserving and managing PGR of value to local people and the potential contributions in optimizing the sustainable use and benefits from these resources for present and future generations.

### ***Indigenous trees domestication, and plant genetic resources conservation and management: ICRAF's experiences***

ICRAF's contribution towards the conservation and management of PGR in West and Central Africa is driven and regulated by the livelihood needs and strategies of resource-poor communities.

The programme is developing trees and plant products to increase their contribution to the livelihood of forest/tree-dependent people, and the gross domestic product (GDP), while conserving their productive potential.

To achieve this, the tree domestication programme seeks to identify the natural potential of PGR through a needs-based assessment and management of the resources, *in situ* and *ex situ*, and by fostering and organizing the marketing of tree / plant products locally, nationally and for export.

The thesis of ICRAF's tree domestication approach in the African humid tropics is captured in the institution's mission statement, which is to reduce poverty, improve food and nutritional security, and enhance environmental resilience in the tropics. The programme is thus characterized by research on livelihoods, tree propagation, integration and management, germplasm dissemination pathways, trees and products processing and marketing, capacity building partnerships, policy development and networking.

### Socio-economic analyses and prioritization

At a broad socio-economic and farmer livelihood level, research using participatory appraisal methods and approaches, focusing on land tenure, participation, gender and well being, reveal that though land and tree tenure issues, for instance, remain complex and variable, most households maintain secure access to land. Findings from fruit tree inventories in Cameroon and Nigeria indicate strong relationships between tree numbers, diversity, density, and land use types. These, however, were not related to wealth and farmers' literacy.

Although household decision-making rests with the largely male household heads, increased participation of women and youth (currently variable) can significantly influence tree cultivation decisions. Women, youth and the elderly are attracted by the wider propagule-type options presented by vegetatively propagated trees. Partly as a result of traditions, customs and low educational level of vulnerable groups, few checks and balances exist at the household socio-economic level for the moment, which can guarantee the longer-term economic autonomy of women and youth.

In setting priorities for domestication, the choice of species for improvement is complex socio-economically and biophysically. The clientele is heterogeneous, consisting of individual small-scale farmers with different needs that are difficult to generalize across an ecozone. Farmers use different species but scientific knowledge about most of them is minimal. To determine the species that would be most useful when improved, Franzel et al. (1996) developed a priority setting process, involving several steps. One of the steps includes assessing clients' needs, which defines user groups and identifies their main problems and the agroforestry products that may best meet their needs. In field surveys, farmers list the agroforestry species they grow and use, and rank them according to their preferences. Only the species that provide the most important products for solving the present and future problems of the clients are considered in the subsequent stages. Researchers then refine the list further by ranking species on their researchability, expected rates of adoption, and non-financial factors that modify the objective of increasing financial value. Also, detailed data are collected from farmers and markets to estimate the value of products. Synthesis of such information thus facilitates concrete prioritization of species for each eco-zone. Table 1 presents three examples of such ranking of four priority species in different parts of the humid tropics: the humid savannah, forest margin and high forest zones of Cameroon.

Table 1: Priority species in different eco-zones of Cameroon

Species name	Eco-zones of Cameroon	Priority ranking
<i>Dacryodes edulis</i>	Humid savannah	1
<i>Dacryodes edulis</i>		2
<i>Canarium</i> spp.		3
<i>Prunus africana</i>		4
<i>Irvingia</i> spp.	Tropical forest margin	1
<i>Dacryodes edulis</i>		2
<i>Ricinodendron heudelotii</i>		3
<i>Garcinia cola</i>		4
<i>Irvingia</i> spp.	Tropical high forest	1
<i>Gnetim africanum</i>		2
<i>Bailonella torisperma</i>		3
<i>Ricinodendron heudedelotii</i>		4



### Improving access and knowledge of plant genetic materials at local level

ICRAF has increased knowledge, locally and regionally, on the conservation and management of PGR and biotechnology through capacity building thus enabling the clients to build assets of PGR. ICRAF has sought to facilitate the building of such assets directly where logistical costs have been inhibitory and thus of lower immediate priority to resource-poor farmers.

### Asset-building in plant genetic resources through capacity building

#### *Plant/tree multiplication and appropriation of knowledge via capacity building*

Plant and tree biodiversity is unevenly distributed within the humid tropics of Cameroon and WCA. Nevertheless, the need to diversify revenue and subsistence mechanisms remains strong within poor rural communities throughout the region. Working on the domestication continuum<sup>1</sup>, ICRAF is facilitating the adoption of a wide range of indigenous tree/plant species by resource-poor farmers through capacity-building in propagation techniques and management to increase local access to high quality plant genetic material. Priorities-setting is followed by targeted collections, selections, and the development of improved propagation methods in the villages.

Members of self-help groups are trained in techniques of vegetative propagation, setting of cuttings, grafting, marcotting and general nursery management techniques. The technical aspects of vegetative propagation have been extensively researched and reported (Tchoundjeu et al. 1999; 2002). Capacity building in propagation methods is not restricted to local populations in villages, but includes students at MSc and PhD levels from African, European and American institutions.

The range of species disseminated and researched on have also increased over the years in response to farmer needs, market opportunities, technological adaptability and subsistence requirements. Figure 1 illustrates the trends in plant/tree species entering the domestication pipeline over the years, while Table 2 explains some of ICRAF's needs-based domestication approaches showing the relationships between plant/tree species and relevant approaches used.

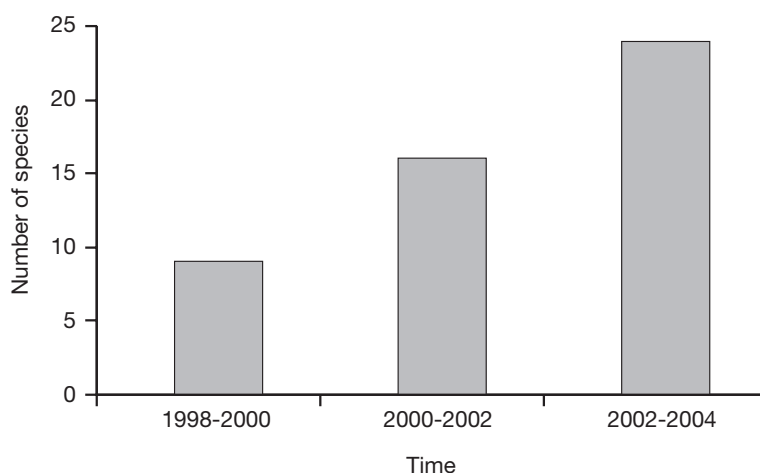


Figure 1: Trends in the species recruitment process for domestication

Adoption of indigenous trees domestication approaches by farmers has led directly to the popularization of the techniques and approaches within the different countries in which it is practised. Figure 2 illustrates the spread of nurseries practising the various plant/tree propagation techniques over a period of six years (1998– 2003), within the humid forest zone of Cameroon.

<sup>1</sup> Considers plant/tree material from the wild to the completely domesticated or a cultivar.

Table 2: Needs-based domestication approaches for different plant/tree species.

Plant/tree species characteristics.	Possible causes	Some domestication approaches
Hampered germination	Converted lands, ecosystem change	Germination trials, targeted collections and vegetative propagation
High variability in phenotypes	High intra species diversity	Range-wide collections, gene bank establishment, selection for marketable traits, vegetative propagation
Rarity	Restricted natural distribution, overexploitation	Targeted collections, conservation through use, germination and propagation trials
Good market potential	High local use, part of local diets	Conservation through cultivation, propagation trials and marketing research.
Difficult processing	Unfamiliarity by local population, absence of technology	Range wide surveys of indigenous processing methods. Development of appropriate processing techniques.
High perishability	Methods of consumption, nature of product	Research on processing and transformation. Market intelligence studies
Recalcitrant seeds	High dormancy	Germination trials, vegetative propagation.
Low regeneration rates	Competition with predators and users ecosystem change	Targeted collections, germination trials, and vegetative propagation
Unsustainable harvesting methods	High market potential Lack of legal ownership	Market-led production forecasting Recommendations for policy reform, propagation trials and conservation through cultivation
Difficult adaptability in new areas	Low tolerance	Adaptability and propagation trials. Conservation through cultivation.
Endemic medicinal plants	Limited natural distribution. Low tolerance.	Targeted collections. Propagation trials, conservation through cultivation.

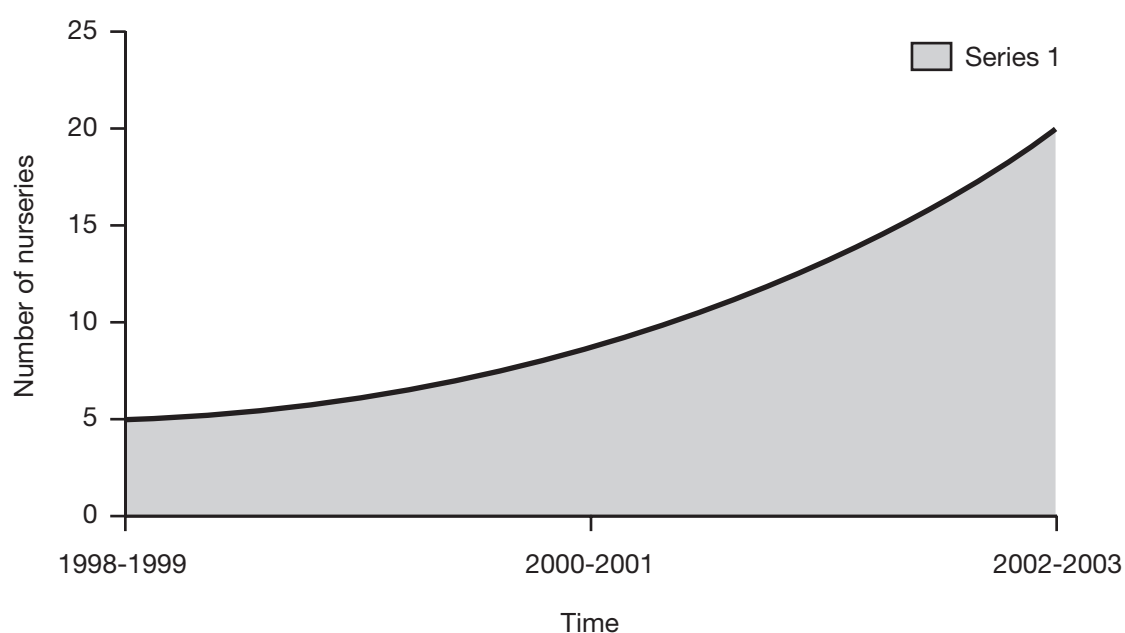


Figure 2: Spread of plant/tree nurseries in the humid forest eco-zone of Cameroon

It is perhaps early to evaluate the full potential social and economic impact of indigenous trees produced from the village-based nurseries supported and guided by ICRAF researchers in Cameroon. Nevertheless, because of the networks within communities and within the extended family systems in Cameroon, it is feasible to appreciate the potential of participatory approaches on development impact of new technologies.

#### *Asset building in plant genetic resources through transfer and exchange with direct external inputs*

Despite the tremendous efforts to increase farmer access to PGR locally, through capacity-building, the sheer immensity and range of useful plants that are potentially useful in diversifying revenue sources and subsistence mechanisms, requires that direct and indirect methods are employed to increase farmers' access to these resources.

A range of collection of plant genetic material is not only expensive but can be logistically complex (Simons et al. 1994). ICRAF has, therefore, developed a modest number of classical gene banks in Nigeria and Cameroon and a gene pool on farmers' fields to conserve genetic materials and enable resource-poor farmers to have access to them.

Table 3 summarizes the classical gene banks developed by ICRAF in the region. Despite these efforts, ICRAF is emphasizing on 'on-farm' gene pools of plant genetic materials. The latter approach, though lacking the classical rigidity, constitutes the conservation of high-value plant genetic materials through use. Management costs are lower than for classical gene banks. Secondly, the impact on short term development is also high as farmers exercising ownership manage and protect the trees and plants.

Table 3: Classical gene banks of indigenous trees developed by ICRAF in West and Central Africa

Location	Species	Type of collection	Number of families	Number of provenances
Mbalmayo, Cameroon	<i>Irvingia wombolu</i>	Targeted	30	2
Yaoundé, Cameroon	<i>Dacryodes edulis</i>	Targeted	20	4
Boyo, Cameroon	<i>Prunus africana</i>	Targeted	28	1
Onne, Nigeria	<i>Irvingia gabonensis</i>	Range-wide	385	93
Onne, Nigeria	<i>Irvingia wombolu</i>	Range-wide	69	13
Onne, Nigeria	<i>Irvingia robur</i>	Range-wide	18	3

#### *On-farm gene pools*

Range-wide characterization studies of indigenous fruits by ICRAF (Anegbeh et al. 2003; Leakey et al. 2004) in Cameroon and Nigeria have identified species populations in economic landscapes where subsistence farmers have inadvertently domesticated indigenous trees. These studies of genetic/phenotypic variability are providing insights into the value of farmer-farmer exchange of plant genetic materials and the opportunities therein for indirect development and management of on-farm gene pools of a diverse range of useful plant species.

Farmer-to-farmer transfer of these semi-domesticated reproductive materials of high-value fruit and medicinal trees, often from the natural forest habitats into economic landscapes (farms, agroforests and home gardens) affects the overall biodiversity of the species and has been described in Mbile et al. (2003). These dynamics are being recognized as a cheap means of transferring and redistributing plant genetic materials around landscapes. Figure 3 illustrates the re-distribution of *Dacryodes edulis* in Cameroon (based on data from germplasm collection sites and cultivation status surveys), despite the apparently limited temperature and precipitation range of its 'natural habitat'.

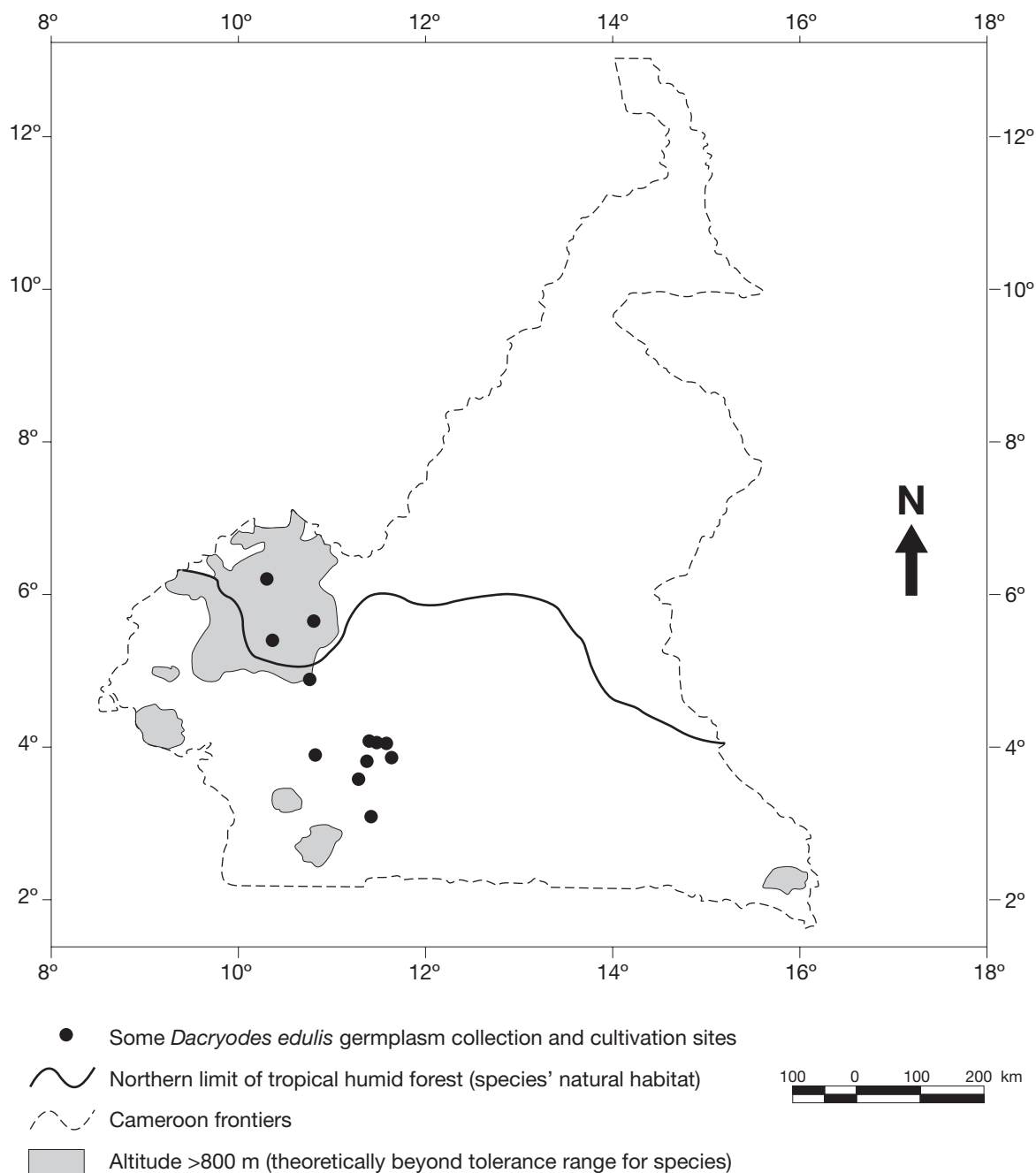


Figure 3: Redistribution through use of an indigenous species: Case of *Dacryodes edulis* in Cameroon.

### Agroforestry development and tree products assessments

The World Agroforestry Centre AHT programme is putting a high premium on the *in situ* and *ex situ* management of plants within what is generally termed agroforests. All trees produced in nurseries or acquired through purchase, exchange or indirectly from other partners are integrated into existing and/or new systems. Such systems increasingly include fallows, secondary, degraded, community or communal forests. These increasingly complex agroforests serve both economic and ecological functions.

This potential sustainability of agroforests is based on their flexibility, both economically (flexible demand on labour) and ecologically (high diversity of species, different harvest periods for products) and the adaptation of products to a regional and international market while providing household needs. Tree domestication technologies have the potential to make

traditional and novel agroforest development more systematic, deliberate, productive and a major contributor to local and regional economic growth and environmental management in the African humid tropics. Among strategies employed by ICRAF to build knowledge to improve the usefulness of these systems are on-farm biodiversity assessments and off-farm agroforestry products assessments.

#### **'On farm' biodiversity assessments**

Studies have stressed the importance of tree products to rural households (Ndoye et al. 1998). Despite this, few of such studies have focused on actual numbers and densities of trees in the different land use systems (cocoa, coffee, fallows, food crop fields, home gardens, etc) and there is little information on farmers' tree planting strategies in forest areas. ICRAF-AHT has examined the diversity, number and density of trees in relation to farm size, land use system, land tenure, proximity to the forest, market access and some household characteristics, such as well-being, age, sex and education of the head of household. Studies aimed at understanding farmers' tree planting decision-making (Degrande et al. submitted) reveals that land use systems, tenure and farm size seem to be the major factors, but off-farm availability of the resource, market access and household characteristics equally play a role in tree planting decision making. In general, the results show a high level of complexity and many factors are highly interrelated.

#### **'Off-farm' assessments**

As part of ICRAF's integrated approach towards improving livelihoods and ensuring environmental management through the use and development of tree domestication technologies, the characterization of woodlands in economic landscapes and the assessments of agroforestry products in community and communal forests are being intensified. The two efforts are integrating indigenous knowledge systems into new technologies like geographic information systems (GIS) to establish a sound basis for developing adaptable tree domestication approaches that improve the value of forests and livelihoods. ICRAF's current activities in the forest margins of Cameroon and in the Dja conservation site in eastern Cameroon seek to understand some implications of increasing the density and diversity of indigenous trees in woodlands, evaluate the value of forests in economic landscapes and develop local knowledge-based methods for improving the biometric rigour of agroforestry tree products or non-wood forest products assessments in non-agricultural landscapes and in community and communal forests. This research work plays a major role in ICRAF's regional contribution in the *in situ* management of plant genetic resources for livelihoods and also contributes towards sustainable management of community forests by local people.

#### **Increasing benefits and adding value to plant resources**

The use of plant resources in WCA goes beyond food and fruits. Plant medicines, for instance, have and continue to play an important role in local health care systems in the region. Moreover, gains through local marketing of plant products, such as foods, fruit, and medicines, for example, only succeeds in capturing a small proportion of the potential benefits that their marketing can bring to local communities. ICRAF has thus embarked on extensive documentation of medicinal plants, their medicinal uses, propagation methods, systematic conservation through cultivation and the development of appropriate processing technologies and marketing strategies for these medicinal plants and other fruit and culinary products.

#### **Medicinal plants development**

Medical records from the Ministry of Health in Cameroon, from 1998 to date highlight malaria, typhoid, jaundice, sexually transmitted diseases (STDs), tuberculosis and stomach problems including diarrhoea, dysentery, amoebae, as the most recurrent causes of morbidity (Facheux et al., 2003). Evidence from studies carried out by ICRAF indicates that most of the key medicinal plants sold in the markets or used by local practitioners on their patients, treat or provide the same remedy for the same diseases. ICRAF's interest in the conservation through cultivation



and management of a modest list of medicinal plant species namely *Anickia chlorantha*, *Baillonella toxisperma*, *Zanthoxylum gillettii*, *Pausinystalia yohimbe* and *Prunus africana* is, therefore, in response to their extensive local uses and good marketing potential at local and regional levels. ICRAF's work also reveals that the distribution network of medicinal plants as illustrated in Figure 4 can be very complex at local, national and international levels, crossing borders and exchanging hands without any form of formal regulation. Although a national institute for medicinal plants was created in Cameroon in the mid 80s, regulation leaves much to be desired in the present economic climate.

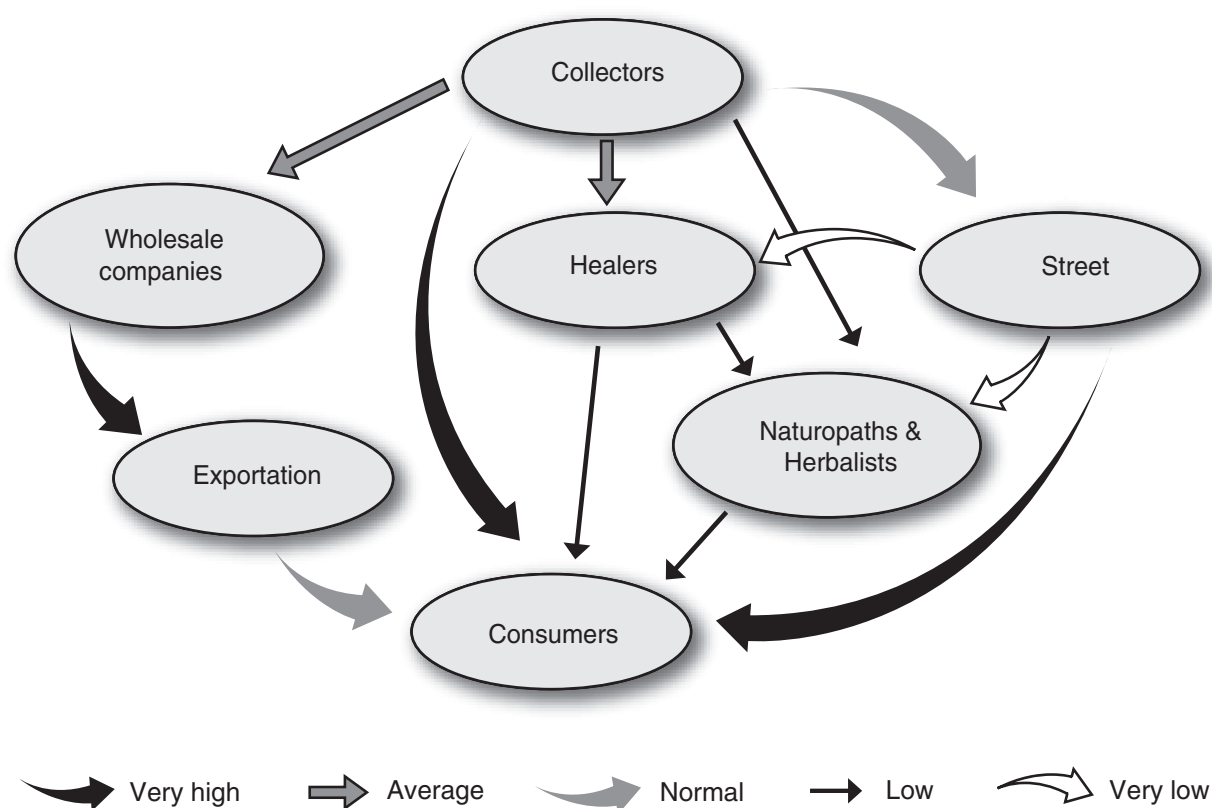


Figure 4: Medicinal plants general distribution channels (Source: Facheux et al. 2003)

### Marketing

A large part of current data on trade in agroforestry tree/plants and their products for food and medicines are collected and synthesized at macro levels (FAO 2003). While these provide indication of the economic potential of the sector at a higher level it does little in terms of the evaluation of local and regional productivity, and of the contribution that the marketing of plants and their products make at the same levels. ICRAF has carried out research to better understand the structure, conduct and performance of markets for agroforestry tree products in four countries of the African humid tropics (Cameroon, Nigeria, Gabon and Equatorial Guinea). Quantitative assessments for some high-value tree and plant products are under way, at least for Cameroon, to evaluate local and regional *in situ* productivity. Though validation studies for the rapid reconnaissance market studies are being designed, preliminary results, however, indicate that the markets are unstructured with little specialization, and enormous scope for rationalization. Results from the surveys indicate that farmers receive much less from the sales of forest products in rural areas as a result of poor market knowledge, perishability of products, seasonality of markets and products, and poor marketing skills.

Within the framework of group marketing programme supported by the Belgian Directorate for International Development, ICRAF is researching and developing mechanisms in the region, that help foster and organize the marketing of tree/plant products locally, nationally and for export by groups of local producers. The main purpose of the research is to enable producers exercise greater control over marketing activities, add value to the products through adaptable processing and transformation methods and increase overall benefits from these activities.

Table 4: Some institutional and policy/programme linkages

National/Regional Policy/ Programmes	Policy/Programme sector	Contribution of ICRAF's tree domestication (TD)	Specific on-going domestication approaches at ICRAF.
Cameroon I National Forestry Action Plan (NFAP) (1995)	Programme of action: sub-sector 3 on non-timber forest products	Increases the overall contribution of forest production to the GDP while conserving the productive potential	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plant multiplication</li> <li>- plant improvement</li> <li>- on-off farm assessments</li> <li>- value addition and marketing</li> <li>- conservation through use</li> </ul>
Cameroon National Environmental Management Plan(1996)	Develop economic landscapes around protected areas to ensure social and economic well being of local populations	Contribute to sustainable management of community and communal forests around protected areas and in economic landscapes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>in situ</i> assessments of AFTPs<sup>1</sup> in community forests (CF)</li> <li>- transformation and marketing of AFTPs</li> <li>- plant multiplication and selective enrichment</li> <li>- strengthening technical forestry aspects of SMP<sup>2</sup> of CF</li> <li>- researching equity in AFTP use</li> </ul>
CORAF/ WECARD agenda	To promote Biotechnology development, conservation/ management of genetic resources and empowerment of NARs in post war countries	Improvement of plant genetic resources (PGR) through selection, collection, propagation strategies.Conservation and management of PGR through use. Capacity-building for TD in RDC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- range-wide plant germplasm collection activities</li> <li>- selective and needs based cloning of plants/trees</li> <li>- conservation/management through use on/off farm and in genebanks</li> <li>- training and dissemination in RDC</li> </ul>
National/Regional Policy/ Programmes	Policy/Programme sector	Contribution of ICRAF's tree domestication (TD)	Specific on-going domestication approaches at ICRAF
The CBD-ABS <sup>3</sup>	Equitable sharing of the benefits arising from the use of genetic resources	Increase access of local communities including vulnerable groups to plant genetic resources on and off farm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- on-farm capacity building for multiplication and integration of plants</li> <li>- off-farm assessments and enrichment of CF with plants.</li> <li>- researching equity aspects in AFTPs in CF</li> <li>- improved marketing (processing/transformation) of plants and plant products) to add value and increase revenue</li> </ul>

<sup>1</sup> Agroforestry Tree Products

<sup>2</sup> Simple Management Plan

<sup>3</sup> Access and Benefits Sharing mechanism of the Convention on Biological Diversity

Current indications are that as methods for adding value to current products become easily accessible, similar quantities of tree/plant and their products are likely to fetch better prices as opposed to past experiences, and producers can free-up time to deal with other tasks. There is thus greater efficiency (less wastage) in resources management.

### Conclusions

ICRAF's participatory tree domestication activities have demonstrated considerable versatility in the productive management of trees and tree systems as a potential strategy to provide direct or indirect livelihood and environmental services. The main achievements during these formative years of technology development, adaptation, and local community involvement, demonstrate that participatory tree domestication will and can play an important role in the sustainable management and use of PGR. Nevertheless, a bold vision that unites the continued development of the regenerative capacity of trees and trees systems, maintaining and managing biodiversity, and linking local people, tree products and markets and influencing the development of appropriate policy mechanisms that motivate people and enhance markets and communication is required. Equally important, is the development and support for regional centres, networks and initiatives that facilitate exchange of experiences and plant materials so that redistribution from areas of advantage to disadvantaged ones can be a driving force behind the use of PGR to reduce poverty today and also ensure nutritional and health security well into the future.

### Acknowledgments

The World Agroforestry Centre (ICRAF), Africa Humid Tropics Tree Domestication Team wish to heartily thank the ICRAF Sahel Team for their contributions in editing this document. Special thanks also go to the International Fund for Agricultural Development (IFAD) and the UK Department for International Development (DFID) for providing finances during these formative years of the tree domestication programme. Thanks also go to the Belgian Government for their support to the marketing aspects of the project. Finally, thanks also go to the national research centres, civil society sectors and collaborating institutions in Cameroon, Nigeria, Equatorial Guinea, Gabon and Congo for their various forms of support.

### References

- Anegbeh PO, Usoro C, Ukafor, Tchoundjeu Z, Leakey RRB, Schreckenberg K. 2003. Domestication of *Irvingia gabonensis*: 3. Phenotypic variation of fruits and kernels in a Nigerian Village. *Agroforestry Systems* 8 (3) 213-218.
- CARPE. 2001. Phase 1 Results and Lessons Learnt (1996-200). Taking action to Manage and Conserve Forest Resources in the Congo Basin. BSP. Washington DC.
- Cunningham M, Cunningham, AB, Schippmann U. 1997. Trade in *Prunus africana* and the implementation of CITES. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Germany.
- Degrande A, Schreckenberg K, Mbosso C, Anegbeh P, Okafor V, Kanmegne J, Trivedi M (under review by Forest Trees and Livelihoods). Driving forces behind levels of fruit tree planting and retentions on farms in the humid forest zone of Cameroon and Nigeria.
- Facheux C, Asaah E, Ngo-Mpeck M, Tchoundjeu Z. 2003. Studying markets to identify medicinal species for domestication: The case of *Enantia chlorantha* in Cameroon. *Herbalgram* (60) 38-46.
- Falconer J. 1990. The major significance of minor forest products: The local uses and value of forest in the West African humid forest zone. *Community Forestry Note* 6. FAO, Rome.
- FAO. 2003. Non-Wood forest Products Assessments.
- Forman RTT, Godron M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons. USA.
- Franzel S, Jaenicke H, Janssen W. 1996. Choosing the right tree: Setting priorities for multipurpose tree improvement. ISNAR Research Report 8. International Service for National Agricultural Research. The Hague, The Netherlands. 87 pp.
- Hudson, WE. (ed.). 1991: *Landscape linkages and biodiversity*. Island Press, Washington, D.C.
- Leakey RB, Tchoundjeu Z, Smith RI, Munro RC, Fondoun JM, Kengue J, Anegbeh P, Atangana A, Waruhiu AN, Asaah E, Usoro C, Ukafor V. 2004. Evidence that subsistence farmers have domestication indigenous fruits (*Dacryodes edulis* and *Irvingia gabonensis*) in Cameroon and Nigeria *Agroforestry Systems*, 60(2): 101-111.

- Leakey RRB. 1999. Potential for novel food products from agroforestry trees. A review. Food chemistry, 66, 1-14.
- Leakey RRB, Newton AC. 1994. Tropical trees: Potentials for domestication and the rebuilding of forest resources. Proceeding of ITE (Institute of Terrestrial Ecology) Symposium no 29 and ECTF (Edinburgh Centre for Tropical Forest) symposium no 1. Heriot-Watt University, Edingburgh.
- Mbile P, Tchoundjeu Z, Degrande A, Asaah E, Nkuinkeu R. 2003. Mapping the biodiversity of "Cinderella" trees in Cameroon. Biodiversity <http://www.tc-biodiversity.org> 4 (2) 17-21.
- Ndoye O, Eyebe A J, Ruiz Perez M. 1998. NTFP markets and potential forest resource degradation in Central Africa. The role of research for a balance between welfare improvement and forest conservation. In: proceeding of the conference on non-wood forest products for Central Africa. Edited by T. Sunderland and L. Clarke. Limbe Botanic Garden, Cameroon.
- Njib Ntep. 1999. Rapport national sur le secteur forestier. ONADEF. République du Cameroun
- Okafor JC. 1991. Amélioration des essences forestières donnant des produits comestibles. Unasylva, 42(165), 1-10.
- Simons AJ, MacQueen DJ, Stewart JL. 1994. Strategic concepts in domestication of non-industrial trees. In: Leakey RRB and Newton AC, eds. Tropical trees: The potential for domestication and the rebuilding of forest resources. London, UK: HMSO. pp. 91-102.
- Tabuna H. 1999. Le marché des produits forestiers non-ligneux de l'Afrique centrale en France et en Belgique, papier occasionnel CIFOR, No 19, 31 pp.
- Tchoundjeu Z, Avana ML, Leakey RRB, Simons AJ, Asaah E, Duguma B, Bell JM. 2002. - Vegetative propagation of *Prunus africana*: Effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area. Agroforestry System, 54 (3), 183 - 192.
- Tchoundjeu Z, Duguma B, Tientcheu ML, Ngo Mpeck ML. 1999. Domestication of indigenous agroforestry tree: ICRAF's Strategy in the humid tropics of west and Central Africa. Proceeding of the conference on Non-wood Forest Products for Central Africa. Edited by T. Sunderland and L. Clarke. Limbe
- The World Bank, World Development Indicators database, April 2002. [www.devdata.worldbank.org](http://www.devdata.worldbank.org) accessed 04/04/03.
- Uhl L, Buschbacher R, Serrao EAS. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia, I. Patterns of plant Succession. J. Ecol. 76: pp. 663-681.
- Wilcoe DS, McLellan C. H, Dobson AP. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: M. E. Soule (ed). Conservation Biology; The science of scarcity and diversity. Sinauer Assoc., Sunderland, Mass.: pp. 273-286.
- Wilcoe DS, McLellan CH, Dobson AP. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: M. E. Soule (ed). Conservation Biology; The science of scarcity and diversity. Sinauer Assoc., Sunderland, Mass.: pp. 273-286.

## The Desert Margins Program: Elements of agro-biodiversity conservation and use in the desert margins of sub-Saharan Africa

R. Tabo<sup>1</sup>, S. Koala<sup>1</sup>, H. Cheruiyot<sup>2</sup>, M. Gandah<sup>3</sup>, A. Soumare<sup>4</sup>, I. Mharapara<sup>5</sup>, A. Tamba<sup>6</sup>, B. Kayombo<sup>7</sup>, K. Kellner<sup>8</sup>, S. Ouedraogo<sup>9</sup>, B. Kruger<sup>10</sup>

<sup>1</sup> International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Niamey, Niger

<sup>2</sup> Kenya Agricultural Research Institute (KARI), Nairobi, Kenya

<sup>3</sup> Institut de Recherches Agronomiques du Niger (INRAN), Niamey, Niger

<sup>4</sup> Institut d' Economie Rurale (IER), Gao, Mali

<sup>5</sup> Agricultural Research Council (ARC), Harare, Zimbabwe

<sup>6</sup> Centre pour le Développement de l' Horticulture de Camberene (CDH), Dakar, Senegal

<sup>7</sup> Botswana College of Agriculture (BCA), Gaborone, Botswana

<sup>8</sup> School of Environmental Sciences and Development, North West University, Potchefstroom, South Africa

<sup>9</sup> Institut de l' Environnement et des Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>10</sup> Desert Research Foundation of Namibia (DRFN), Windhoek, Namibia

### Abstract

The majority of the population living in sub-Saharan Africa (SSA) depend mainly on rainfed agriculture and natural rangelands for survival. However, their livelihoods are at risk due to land degradation. Moreover, biodiversity loss is critical in these dry areas (200-600 mm annual rainfall) where ecosystems are less likely to recover once they are damaged.

Past attempts to mitigate land degradation and biodiversity loss have relied on international agricultural research centres (IARCs), national agricultural research and extension systems (NARES), non-governmental organizations (NGOs) and other advanced research institutes (ARIs) working independently. Although this approach served the purpose of each institution, it failed to recognize the considerable benefits of synergy that could be derived from integrating individual institutional interests into a more holistic and coordinated method.

The imperative for effective utilization of resources to address common problems has brought together nine SSA countries, namely, Burkina Faso, Botswana, Kenya, Mali, Namibia, Niger, Senegal, South Africa and Zimbabwe into the Desert Margins Program (DMP), with a basic premise to develop an integrated national, sub-regional, and international action programme for sustainable natural resource management options to combat land degradation and loss of biodiversity. The DMP is, therefore, a collaborative initiative among these nine African countries, assisted by five Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR) centres (ICRAF, ICRISAT, IFDC, the International Livestock Research Institute (ILRI), the Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF-CIAT) and three advanced research institutions (CEH, CIRAD and Institut de Recherche pour le Développement (IRD).

The overall objective of the DMP is to arrest land degradation in Africa's desert margins through demonstration and capacity building activities. The Global Environment Facility (GEF) increment to this project will enable the programme to address issues of global environmental and national economic importance, and in particular the loss of biological diversity.

Benchmark sites in each of the nine participating countries harbouring globally significant ecosystems and threatened biodiversity were selected to serve as field laboratories for demonstrations and research activities on monitoring and assessment of biodiversity status, testing of most promising natural resource management options, developing sustainable alternative livelihoods and policy guidelines and replicating successful models.

Preliminary results from these benchmark sites are discussed in this paper. In Burkina Faso, survival rates of trees varied from 51 (93%), with *Acacia raddiana* having a greater survival rate of 93% and *Acacia senegal* a rate of 67%. In Kenya, out of 56 species recorded, only eight were trees. The biodiversity of the forest is low considering that most other species are annuals and their presence is only assured immediately after the rains. Absence of lower diameter trees supports the fact that regeneration is poor in general for tree species. This poor regeneration was more pronounced with *Acacia* species.



In contrast to other arid and semi-arid areas of Africa, there are very few endemic species in the Sahel probably because of the amplitude of fluctuations in the current environment conditions and during the whole quaternary, and the relative homogeneity of the soil background. Based on the sole criteria of species richness, the biodiversity of the Sahel flora and fauna appears poor compared to other arid or semi-arid systems, such as the Karoo-Namib in Southern Africa and the Horn of Africa. The level of endemism in the flora and the fauna is low, the Sahel being considered by bio-geographers a transition zone between the Soudano-Zambezian and the Saharo-Sindian zones of endemism.

### **Introduction**

Dryland degradation and desertification is a major problem worldwide, affecting an estimated 100 billion ha in more than 100 countries, and the livelihoods of 900 million people. The United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) recognizes it as a loss of economic and environmental potential. In addition to the domestic costs of declining food productivity and increasing poverty, dryland soil degradation results in loss of globally significant biodiversity, genetic resources, reduction in carbon storage, and increased sedimentation of rivers and lakes, thereby contributing to the degradation of international water systems.

Land degradation is most severe in the arid and semi-arid farmlands of SSA, where one third of the entire world area of dryland soil degradation is found (UNEP 1992; Hare and Ogallo 1993). Over 330 million ha of African drylands are subject to soil degradation. Areas of high degradation are extensive in SSA in the regions bordering the Sahara and Kalahari deserts. The gradient of aridity from the core of the Sahara and Kalahari deserts to the neighbouring arid and semi-arid lands acts as a natural screener of genetic adaptation to aridity.

Biodiversity loss is particularly critical in these dry environments with annual rainfall ranging between 200 and 600 mm. Under such conditions, ecosystems are less likely to recover once they are damaged. Areas of transition (ecotones) between more or less arid regions harbour globally significant biodiversity, and are also increasingly being recognized as important areas of genetic variability.

Although the total number of species is lower in these areas than other biomes, the percentage of endemism is high. The spatial heterogeneity based on the pattern of soil texture, rainfall distribution and re-distribution of surface water by run-off enhances the biodiversity of these ecotones in spite of extreme ecological conditions for plant and animal lives. However, because of rainfall variations between years, the survival of these animals and plants requires that large areas of land be kept under low human pressure. Land fragmentation that results from the expansion of crop agriculture, associated with deforestation and sedentary overgrazing, threaten the biodiversity of these ecosystems. There is a strong correspondence between the areas of land degradation and the arid (100 400 mm rainfall per year) and semi arid zones (400 600 mm rainfall per year).

The majority of the population living in SSA are poor, with some of the highest population growth rates in the world and depend mainly on rain-fed agriculture and natural rangelands for their survival. However, their livelihoods are at great risk due to land degradation and associated consequences, such as low agricultural productivity and biodiversity loss.

The DMP is, therefore, a collaborative initiative among these nine African countries, assisted by five CGIAR centres (ICRAF, ICRISAT, IFDC, ILRI and TSBF-CIAT) and three ARIs (CEH, CIRAD and IRD). The overall objective of the DMP is to arrest land degradation in Africa's desert margins through demonstration and capacity building activities. The GEF increment to this project will enable the programme to address issues of global environmental importance, in addition to the issues of national economic and environmental importance, and in particular the loss of biological diversity. This paper discusses the various aspects of this collaborative initiative and preliminary results from DMP partners are reported.

## **Methodology and approach**

### **Characterization of benchmark sites**

Benchmark sites in each of the nine participating countries harbouring globally significant ecosystems and threatened biodiversity have been selected to serve as field laboratories for demonstrations and research activities related to monitoring and assessment of biodiversity status, testing of most promising natural resource management options, developing sustainable alternative livelihoods and policy guidelines, and replicating successful models.

#### **Kenya**

Benchmark sites were characterized through administration of a uniform questionnaire in the three DMP sites of Kenya (southern rangelands, Turkana and Marsabit). In all sites, arbitrary site stratification criteria were established using the available information for each site. After stratification, households were sampled randomly along pre-determined transect drives. The questionnaire administrators assessed the information given by respondents and made an on-site stratum allotment to the household.

Communities' view on vegetation was determined through gauging their knowledge about woodland, grassland, vegetation cover, bush encroachment and plant species and natural resources use. There was higher dependency on natural resources in Turkana and Marsabit than in southern rangelands with a correspondingly higher knowledge about the various components addressed. The species list has been transformed into a database for capturing information about species use and their status as perceived by the communities.

#### **Niger**

The two DMP project sites in Niger are Kouré and Mayahi-Rafi that are located in distinct sites. A literature review was also done on the characterization of the Fakara region.

##### *Koure site*

The site of Koure extends from the river valley to the valley of Dallol Bosso. The presence of semi-permanent water ponds where aquatic vegetation is more or less green during the long and harsh dry season, draws an important livestock population, putting a lot of pressure on the resources. The sandy soils are occupied by an orchard / park more or less dense of *Neocarya macrophylla*. There are also some trees, such as *Hyphaene thebaica*, *Ficus* spp., and *Tamarindus indica*.

##### *Mayahi site*

The site of Mahayi is characterized by low rainfall, less than 500 mm, and a large population that puts significant pressure on the agro-biodiversity. The main resource, *Hyphaene thebaica* is threatened by the pressure from crop cultivation and harvest, compromising its regeneration by seeds.

The protected area of Baban Rafi is covered by 'brousses tigrées', '*Combretum micranthum* and *Guiera senegalensis*. Several other rare species in Niger are also found: *Azzeria africana*, *Boswellia odorata*, *Commiphora pedunculata*, *Securidaca longepedunculata* and *Rytyginia senegalensis*.

#### **Mali**

In Mali, the site was characterized in the Gourma zone. Villages chosen in each agro-ecological entity (Table 1) were used for the surveys.

Table 1: Villages in the Gourma zone

Zones of Gourma	Villages
Haut Gourma	Tessit et In-Tillit
Gourma Central	Gossi, Wami et Ouinarden
Bas Gourma	Bambar-Maoudé, et Gourma Rhaous

This survey was conducted to determine the list of endemic and endangered species. In each village, ten people were interviewed. The causes of the loss of these species were also determined and strategies developed by the local populations for the conservation of the species identified.

**Senegal**

The participatory rural appraisal method (MARPA) was used in characterizing the different sites. Specific studies on the establishment of house gardens and the development of leafy vegetables to improve and diversify agricultural production were conducted in some sites, such as the village of Thiombly in the north and centre of the groundnut zone. These activities were carried out through field visits, semi-structured interviews and group meetings.

**Burkina Faso**

In addition to the characterization studies of the DMP sites, pilot plots of *Acacia raddiana*, *Acacia senegal* and *Vitireria zizanioides* were established to recuperate degraded land.

**Zimbabwe**

The DMP study sites that were characterized are located in the three provinces of Matebeleland North, Matebeleland South and Masvingo.

**Results and discussion**

**Kenya**

The three vegetation components addressed by the characterization process were:

- Woodland
- Grass land
- Vegetation and bush cover
- Plant species

Community responses regarding woodlands and grasslands were sought on resource use and whether the community had recognized any changes in the specific resource. With reference to plant species, the questionnaires were designed to determine various uses of plant species and also explore whether there were any serious threats on the species listed by the community members.

**Woodland status**

Among the community members interviewed, some felt that there was no change in woodland status while others confirmed that the extent of the area covered by woodland had either increased or decreased (Figure 1).

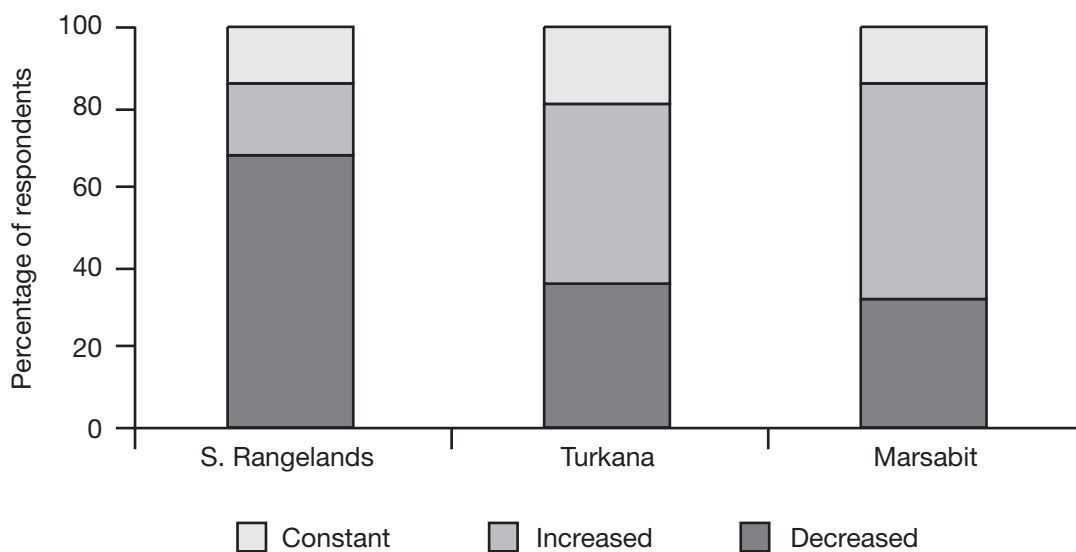


Figure 1: Response (percentage of respondents) regarding the woodland status

The survey results revealed a diversity of trends with a greater woodland decrease response in the southern rangelands than in both Turkana and Marsabit, where woodland was said to have increased. Considering the higher dependency on woodland for livelihoods in both Turkana and Marsabit (Figure 2), the perceived increase of woodland status may be attributed to effective traditional practices as confirmed by 45 households in Turkana and 41 in Marsabit.

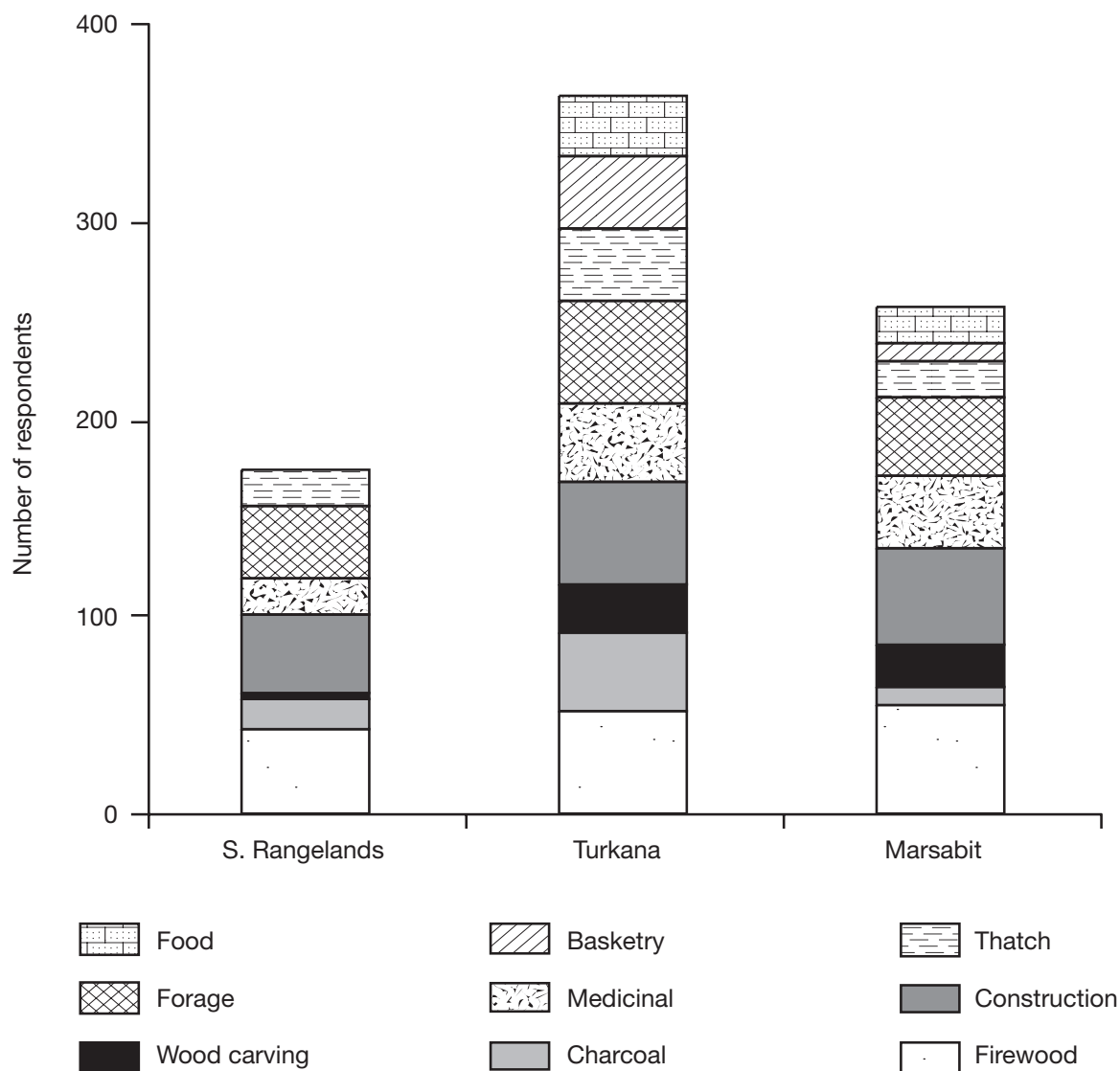


Figure 2: Cumulative responses (number of respondents) on woodland use by communities from the three sites.

### *Grassland status*

As was the case with the woodlands, there was varied response in grassland status from the community members in the three sites, with a higher response of grassland decrease in southern rangelands in Marsabit than in Turkana (Figure 3).

In southern rangelands there was a single respondent confirming an increasing trend in grassland status and 21 community members who thought that grassland was decreasing. In both Turkana and Marsabit there was a diversity of responses. In Turkana the number of respondents attributed to the constant, increasing and decreasing grassland status was 6, 8 and 21 respectively, while in Marsabit the respective number for each response was 4, 5, and 36.

Controlled grazing in Turkana and periodic grassland replenishment after rains in Marsabit were the main factors associated with the constant grassland status. Rainfall was also associated

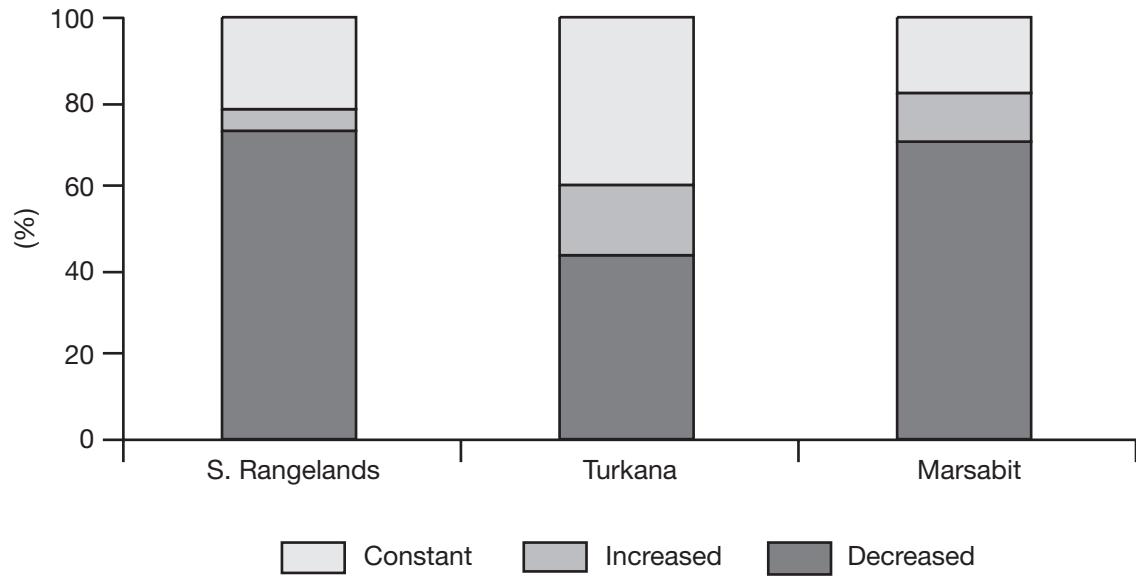


Figure 3: Percentage of respondents

with grasslands increase in both sites. Over-exploitation was singled out as the critical factor causing grassland decimation in the three sites, with 21 affirmative households in southern rangelands and Turkana and 36 confirmatory cases in Marsabit.

**Vegetation and bush cover**

The survey attempted to get an overall view of vegetation and bush cover status in the three sites. Vegetation cover was discussed as a positive environmental parameter while bush cover was perceived as an indicator of land degradation. The output of communities' perception about vegetation cover trends is shown in Figure 4.

Figure 4 reveals greater knowledge on the changing cover vegetation trend in all the sites, with responses coming from nearly all the sites. Vegetation cover was reportedly on the increase in both Turkana and Marsabit because of the aforementioned higher frequency of community

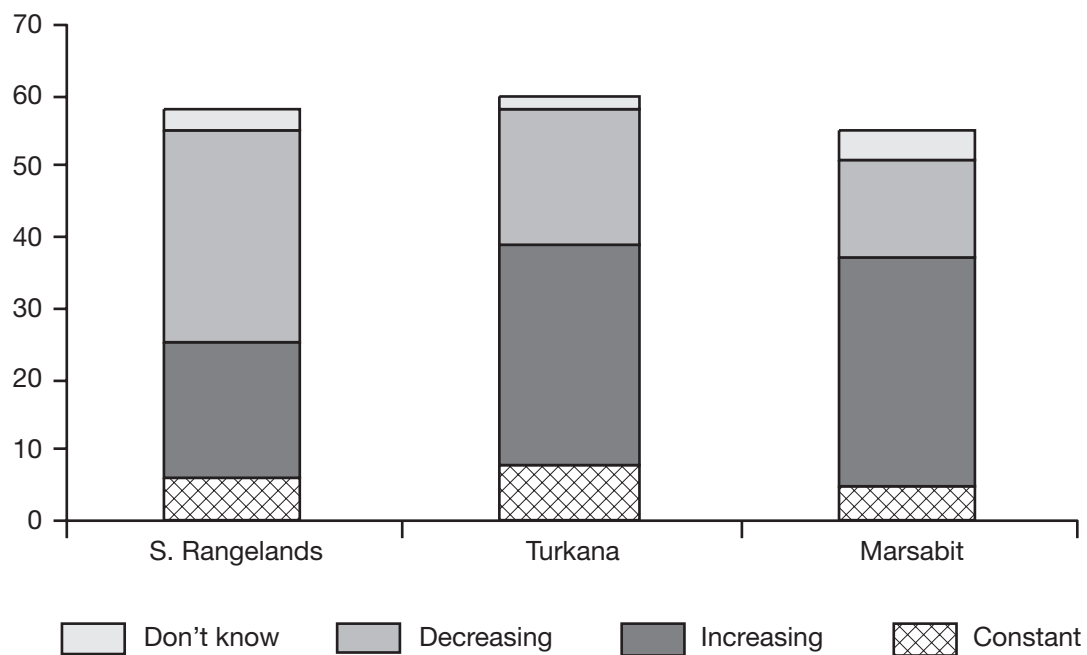


Figure 4: Cumulative responses on vegetation status for each site



natural resources management strategies. The Turkana case appeared unique when respondents attributed accelerated regeneration to goats, a fact that has already been documented (Reid and Ellis 1995). This positive relationship is attributed to enhanced germination of *Acacia* seed after passing through the goats' digestive system.

Although livestock production and agriculture have contributed to vegetation cover decrease in all the sites, fuelwood and charcoal production have also remained as serious threats to vegetation cover due to high dependency on wood fuel (Kirubi et. al. 2000, Haro 1990).

In all sites, there were interactions between community members and government departments on forestry with 24, 34 and 17 respondents confirming such interactions in southern rangelands, Turkana and Marsabit respectively. This interaction may also have contributed to perceived vegetation cover increase, since tree planting and conservation are among the issues dealt with in forestry and both have a positive contribution to vegetation cover.

### *Bush status*

There was high response on bush status in all the sites (Figure 5). Since bush is an indicator of land degradation, there is greater land degradation concern in Marsabit than in the other two sites. However, the case of *Prosopis juliflora* invasion in the Turkwel ecosystem and invasion of farm by *Hyphaene compressa* (Doum Palm) were mentioned as serious environmental constraints. In southern rangelands, bush was associated with pasture and farm degradation.

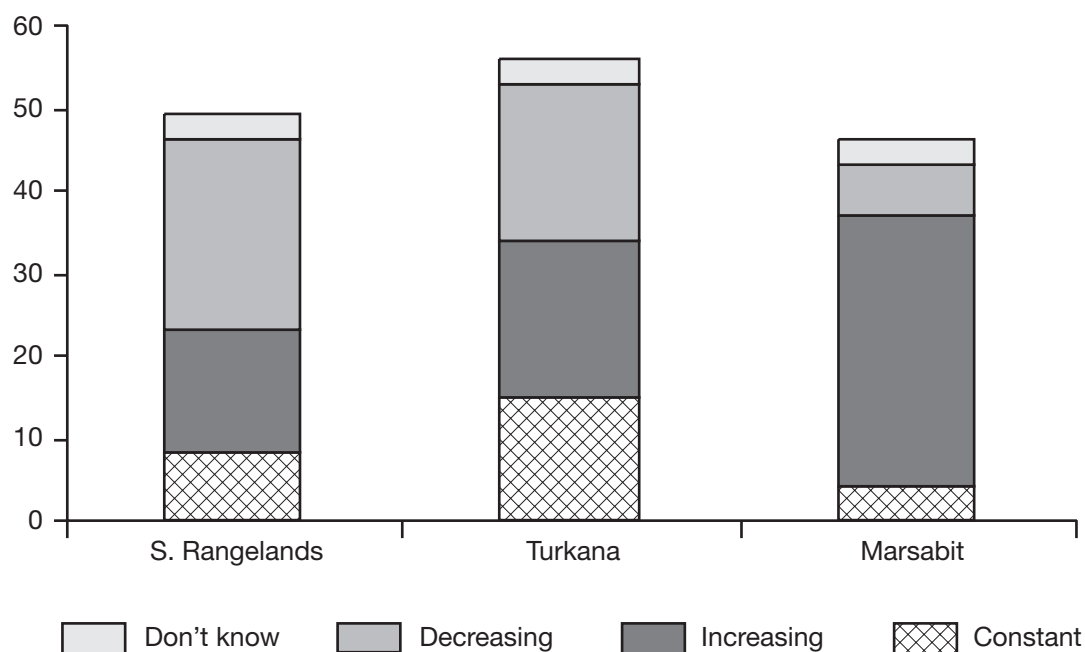


Figure 5: Cumulative responses on grassland status in each site

### *Plant species*

The objective of this section was to obtain data on plant species, their uses and communities' perception about the status of those plants. Through cross-reference, the section was also expected to reveal threatened and endemic species for conservation. Results of this component were transformed into a spreadsheet from where an aspect query output can easily be obtained because of the large number of species encountered.

Most of the crops were grown in the southern rangelands where there is more arable land than in Turkana and Marsabit districts. The assumed indigenous knowledge for this kind of diversification is that a diversity of crops protects the farmer against complete crop failure in the event of a drought. For example, while pulses might fail, the farmer will fall back on his root crops for the food security of his family.

Out of the 56 species recorded, only 8 were trees. The biodiversity of the forest is low, considering that most other species are annuals and their presence is only assured immediately after the rains.

### **Policy/legislative framework and indigenous knowledge on natural resources**

Globally, a pre-requisite for proper natural resources management is that every government must have sufficient political will to conserve and treat natural resources as limited and finite (Gregersen et al., 1993). In most cases this has to be related to land uses such as agriculture and forestry resources for sustainability of local communities' economic and social welfare. Such land uses should be viewed as interdependent and complementary whereby communities derive their entire livelihood from the surrounding natural resources without compromising their status through conflicts (Longley and Maxwell 2003).

For sustainability, natural resources should be apportioned into management units and integrated into appropriate uses so that overall developmental programme in conservation, propagation and sustainable utilization for economic and social needs of communities could be appreciated. Moreover, synergy and synchrony of wise use of these resources would require proper control mechanism and dispensation supported by a policy either through governmental or traditional authority (Longley and Maxwell 2003). Such policies should include careful consideration of the responsibility of each stakeholder in promoting the range of biodiversity conservation measures to avoid resources degradation. These measures should aim to achieve the following:

- Improved standard of living
- Maintaining environment for continuity of production of utilizable products
- Increased benefits through integrated resources management
- Mitigating deforestation and land degradation.

## **Niger**

### ***Koure site***

Table 2 shows that 26 woody species were lost in the Koure site (Table 2). Records also showed that several of these species were present in the site. This list is, however, based mainly on the results of the survey, as some species were not listed in the recent records to give evidence of their existence in the zone. Species, such as *Nauclea latifolia*, *Parinari curatellifolia*, *Maytenus senegalensis*, and *Crossopteryx febrifuga* can be cited. The populations justify the loss of these species as due to the aridity of climate and overexploitation that destroys biotypes and several species.

Only four species were noted as lost, according to the people interviewed. This can be explained by the lack of knowledge about the herbaceous species among the population. The results of the survey showed that there are 91 local names of species, but only four species were considered as lost.

Table 3 shows that 23 woody species and seven herbaceous species are endangered. Because of the perturbation of the micro-climate of the under wood, their seeds do not germinate and the seedlings do not also grow.

Lost and endangered species differed from one site to another. With one species, for example, means that from the three village sites, two indicated that the species became rare and the third village indicated that the species disappeared. This implies that in the event of reintroduction or restoration, demands will be distinct.

It is difficult to compare these results since there are very few studies that addressed these issues. It is, however, noted that surveys that were conducted by foresters from INRAN (between 1990 and 1993) on the woody species gave similar results to the ones showed here. Wezel and Haigis (2000) and Wezel and Schmelzer (2002) found different results from the three villages in the Koure site. These showed the variation of the loss from one village to another but the species in regression are not listed among the lost nor endangered ones.

Table 2: Plant species lost, Koure site

	Scientific name	Kouré Past	Kouré Prés
Woody species	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	2a	d
	<i>Burkea africana</i> *	1a	d
	<i>Cochlospermum tinctorium</i>	2a	d
	<i>Crataeva adansonii</i>	a	d
	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	a	d
	<i>Fadogia agrestis</i>	3a	d
	<i>Feretia apodanthera</i>	a	d
	<i>Ficus cycomorus</i>	a	d
	<i>Ficus glumosa</i>	2a	d
	<i>Ficus platyphylla</i>	3a	d
	<i>Grewia bicolor</i>	3a	d
	<i>Indigofera tinctoria</i>	3a	3d
	<i>Khaya senegalensis</i>	2a	2d
	<i>Maytenus senegalensis</i>	a	d
	<i>Nauclea latifolia</i>	2a	2d
	<i>Ozoroa insignis</i>	2a	2d
	<i>Parinari curatellifolia</i>	2a	2d
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	3a	3d
	<i>Sterculia setigera</i>	3a	3d
	<i>Strychnos innocua</i>	2a	2d
	<i>Strychnos spinosa</i>	3a	2d
	<i>Tapinanthus dodoneifolius</i>	2a	2d
	<i>Tapinanthus globiferus</i>	2a	2d
	<i>Vitellaria paradoxa</i>	3a	2d
	<i>Ximenia americana</i>	2a	2d
	<i>Bombax costatum</i>	3a	2d, r
Herbaceous species	<i>Cassia occidentalis</i>	2a	2d
	<i>Cienfuegosia digitata</i>	2a	2d
	<i>Hyperthelia dissoluta</i>	3a	3d
	<i>Crinum ornatum</i>	a	d

Nb- \* = not mentioned in the site; 2a= 2 of the villages surveyed indicated the taxon as abundant; x d= the taxon was declared as lost in x villages surveyed. Note that each village consists of 7 sub-villages and in each village, there are 5 questionnaires, about 15 persons interviewed. Past. = (>25 years) Pres. = 2003

### Plant Genetic Resources

In this site, there are at least 31 cultivated species. Among the trees, Moringa, date palm, and henné were listed among the local species, as lost or endangered.

There is a wide variability of local varieties. There are 17 cultivars of Hibiscus and cowpea, 15 of calabash and cassava, 14 of sorghum, 13 of pearl millet, etc. (Saadou 1998). These cultivars are conserved using farmers' methods, from one rainy season to another, seldom for more than two years.

The causes of loss and regression include the decrease in rainfall, the poor quality of the grain, the long vegetative cycle, the competition within introduced and improved varieties, the lack of seeds (i.e. fonio) and the need for high labour force.

There are at least 159 species out of which 50 are woody species and 109 are herbaceous. This vegetation does not show any endemism. Species such Combretum (*C. glutinosum*, *C. nigricans*, *C.*

Table 3: Endangered plant species in the Kouré site

	Scientific name	Kouré Past	Kouré Prés
Woody species	<i>Ipomoea carnea</i>	2a	2r
	<i>Acacia senegal</i>	3a	2d, r
	<i>Acacia seyal</i>	2a	d, r
	<i>Adansonia digitata</i>	3a	d, 2r
	<i>Cadaba farinosa</i>	a	d
	<i>Celtis integrifolia</i>	2a	d, r
	<i>Combretum nigricans</i>	3a	d, 2r
	<i>Commiphora africana</i>	3a	d, 2r
	<i>Croton zambezicus</i>	2a	2d
	<i>Detarium microcarpum</i>	3a	d, 2r
	<i>Diospyros mespiliformis</i>	3a	d, 2r
	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	3a	d, 2r
	<i>Grewia fabreguesii</i>	2a	d, r
	<i>Lannea acida</i>	3a	d, 2r
	<i>Lannea microcarpa</i>	3a	2d, r
	<i>Maerua angolensis</i>	2a	d, r
	<i>Maerua crassifolia</i>	2a	d, r
	<i>Prosopis africana</i>	3a	3r
	<i>Stereospermum kunthianum</i>	3a	2d, r
	<i>Strophanthus sarmentosus</i>	a	r
<i>Tamarindus indica</i>	2a	2r	
<i>Terminalia avicennioides</i>	3a	3d	
Herbaceous species	<i>Cassia italica</i>	2a	2r
	<i>Cassia tora</i>	3a	2d, r
	<i>Diheteropogon hagerupii</i>	3a	3r
	<i>Panicum laetum</i>	3a	2d, r
	<i>Tacca leontopetaloides</i>	3a	3r
	<i>Tephrosia obcordata</i>	3a	2r, d
	<i>Vetiveria nigriflora</i>	2a	2r

Nb- 2a= 2 villages surveyed indicated the taxon as abundant; x d= the taxon was declared as lost in x villages reviewed. Note that each village consists of 7 villages and each village, there are 5 questionnaires and about 15 persons interviewed. Past. = (>25 years) Pres. = present (2003).

*micranthum*) and *Guiera senegalensis* provide most of what is needed for fuel wood for the populations in the zone. Furthermore, *Faidherbia albida* and *Balanites aegyptiaca*, agroforestry parcs provide fuel wood and other products (fruits, pods, aerial forage).

### Mayahi-Baban Rafi site

#### The protected forest of Baban Rafi

There are 179 species distributed between 47 families of Angiosperms and two classes of Bryophytes. There are no endemic species. Some of the species found in the forest include *Commiphora pedunculata*, *Voacanga africana*, *Boswellia odorata*, *Isobertinia doka*, *Rytiginia senegalensis*, *Trochomeria macroptera*, *Baissea multiflora*, etc.

One of the particular traits of the flora is the 'doumier' (*Hyphaene thebaica*) that receives a lot of attention because of its multiple advantages (food and income generation from the leaves).

In the field it is noted that there is a valorisation, of *Andropogon gayanus* that is used for making hangars (granaries and huts) and whose residues can be used for forage.

### The Fakara region

From sub-humid savannas to desert during the quaternary, the Fakara vegetation evolved during the twentieth century from a Sahelian savanna to largely eroded park cropland. Vegetation is composed of two main components: the herbaceous layer dominated by long cycle annual grasses, and a scattered population of small trees and shrubs. Unlike other arid ecosystems, perennial grasses and under-shrubs are not common. The severity and long duration of the dry season inhibits perennials and succulents, while the seasonal regularity of the rains favours annuals with seeds that germinate actively with the first rains (Hiernaux 2000).

In contrast to other arid and semi-arid areas of Africa (e.g. Namib, Karoo), there are few endemic species in the Sahel because of the amplitude of fluctuations in environment conditions currently and during the quaternary, and the relative homogeneity of the soil background. Some species are rare locally, either because they are close to the limits of their distribution area or due to the small extent of their specific habitat, such as wetlands or rocky outcrops. The transient nature of the seed stock causes the sharp changes in herbaceous vegetation composition often witnessed in monitoring studies (Cissé 1986; Boudet 1981, Carrière 1989, Grouzis, 1988). In spite of the wide amplitude of the inter-annual changes in production and species composition, natural vegetation is remarkably resilient to droughts, as demonstrated by the spectacular spontaneous 'regenerations' of northern Sahel rangelands following the drought crises in 1973-74 and 1983-84 in the Gourma region in Eastern Mali (Hiernaux 1995, de Leeuw 1993). The monitoring of woody plant populations in Sahelian rangelands indicates active dynamics, although at a more extended time scale than for the herbaceous community, including drought-induced mass mortality of populations that at some time lag after droughts, and occasional waves of regeneration.

Conservation and management of the biodiversity of the Sahelian agro-ecosystem is the way forward to combat desertification. It targets enhancing the resilience of the agro-ecosystem to increasing stresses and disturbances, and it also aims at providing options to farmers to improve their livelihood and escape poverty, which is a major cause of ecosystem degradation.

Based on the sole criteria of species richness, the biodiversity of the Sahel flora and fauna appears relatively poor in comparison with other arid or semi-arid systems, such as the Karoo-Namib in southern Africa and the Horn of Africa. The level of endemism in the flora as well as the fauna is low, the Sahel being considered by bio-geographers a transition zone between the Soudano-Zambeian and the Saharo-Sindian zones of endemism (Aubreville 1949).

The relative poverty of the flora and the endemism could be explained by a combination of factors. At macro scale, these factors include the overall uniformity of the climate at the dry end of a monsoonal system, the absence of mountains (only isolated and at the periphery) and the overall similarity of the edaphic conditions based on a geological and paleo-climatic heritage common across very large areas. This overall uniformity associates with the amplitude of the climatic fluctuations during the quaternary, with climates remaining tropical but changing widely, back and forth, along the arid-humid gradient. At meso-scale, the amplitude variations in rainfall distribution, both across space and over time during the monsoonal wet season, result in large inter-annual changes of the edaphic environment at any given site in the Sahel. Finally, at micro-scale, the redistribution of water by run-off and infiltration, and nutrients carried by the water, wind or transferred by the fauna, enhance the diversity of habitats although it does not systematically buffer their inter-annual variations.

The main hypothesis is that the desertification trend can be avoided or reversed by adopting resource management policies aiming at enhancing the resilience of the agro-ecosystem through conserving or strengthening its biodiversity and improving farmer's livelihoods by intensifying and diversifying mixed crop-livestock productions. Intensifying agriculture would enhance farmers' livelihoods and also reverse the trend for environment degradation as enumerated below.



- Promoting the integration of cropping and livestock husbandry at all scales from farm up-wards: Expected biological benefits of this integration stems from higher resource use efficiency and functional stability of ecosystems as the trophic systems get more complex. Economy of scale, diversification of products and more balanced labour calendar are the base of the expected economic benefits, while diversification and strengthening of skills, social networks, and cultural values would support the social and cultural benefits.
- Diversification of crop and livestock production: This option would target especially trade-oriented commodities, with a special focus on dual purpose legume on the crop side, and poultry and small ruminant on the livestock side.
- Promoting the off-farm input: These inputs would include small amounts of inorganic fertilizers, pesticides for cash crops (especially legumes), mineral feed supplement and basic vaccinations of livestock to enhance productivity of targeted commodities. All these can have residual and snowball effects on the ecosystem productivity.
- Better integration of woody plant management: This option would combine crop and livestock activities, with special focus on the biological, economic, social and tenure aspects of the traditional agro-forestry systems: parkland and field edges.

These options need to be adapted to each farm type because farming systems are so diverse in terms of access rights, productive assets, labour and skills. Their adoption and development by farmers entail social and environmental costs that should be evaluated and discussed among agricultural development partners. There are economic, social and political prerequisites to the adoption and development of these options by the farmers. The use of external inputs as well as the marketing of cash crops, livestock products, wood and related products, depends on the market situation, and national and international regulations. Access rights and tenure system depends on social institutions and laws that are in turn influenced by the regional and global political environment.

### Mali

An endemic species is defined as an individual or group of individuals that characterize a given geographic entity. All the species cited by the populations are not endemic, but rather their density was high a few decades ago. This is why the endemic species cited by the populations are often endangered in some localities in the same agro-ecological entity in Gourma. However, they are considered endemic, because of their importance for the locality. Woody species are *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphys mauritiana*, *Acacia nilotica*, *Acacia seyal*, *Mitragina inermis* and *Boscia senegalensis*. Herbaceous species are *Cenchrus biflorus*, *Zornia glochidiata*, *Panicum leatum* and *Vetivera nigriflora*. The complete list of endemic species is shown in Table 4.

The two main factors causing the loss of species, as indicated by the resource persons are man made pressure and climatic factors. Drought is the main climatic factor that has caused the loss of species in the Gourma zone during the past 30 years. In addition, other causes are the invasion by livestock herders from other localities and neighbouring countries. The migration of livestock into the Gourma zone resulted in an increase in the demography that caused the pressure on the biodiversity.

### Senegal

The characterization focused mainly on *Moringa oleifera* (nébédaye en oulof) and *Hibiscus sabdariffa* (bissap en oulof).

#### *Moringa oleifera*

Farmers are interested in *Moringa oleifera* for its use as windbreak in their farms, around fields of cassava and okra. *Moringa oleifera* leaves are harvested three times a year and dried for 3 to 4 days before being stored in bags.

Most of the production of Moringa from the farmers' backyard is for consumption and as gifts to neighbours. There is a high correlation between the availability of groundnut and the consumption of Moringa.

### *Hibiscus sabdariffa* L. (Bissap)

Data on *Hibiscus sabdariffa* (Bissap) were collected mainly in the dry season. Bissap is also grown during the rainy season in association with groundnut. Bissap is destined for commercialization in the 138 basins of red bissap (variété Vimto) and 81 basins of white bissap.

Table 4: Endemic species in the Gourma zone, Mali

Scientific name	Tessit	In-Tillit	Gossi	Ouinarden	Wami	G. Rhaous	B-Maoudé	Total
<i>Balanites aegyptiaca</i>	7	8	9	6	9	6	10	55
<i>A. senegal</i>		3	6	3			2	14
<i>A. albida</i>	2				4			6
<i>A. nilotica</i>	2	5	6	8	6	3		30
<i>A. seyal</i>	3	2	4	7	6			22
<i>Cenchrus biflorus</i>	5	7	7	9	6	4	7	45
<i>Schoenolofeldia gracilis</i>		3		2	3	2	2	12
<i>Aristita</i> spp.	2	5	4	5		2	4	22
<i>Tribulus terrestris</i>	3					2		5
<i>Commiphora africana</i>	2		2		5			9
<i>Ximania americana</i>					2			2
<i>Calotropis pocera</i>		2					3	5
<i>Euphorbia balsamifera</i>		2					6	8
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>							3	3
<i>Zornia glochidiata</i>							4	4
<i>Panicum leatum</i>	3		8		5			16
<i>Echinochloa staguina</i>	2							2
<i>Panicum turgidum</i>				2				2
<i>Oryza bartii</i>				2				2
<i>Farsetia ramociodes</i>				2				2
<i>A. ererbergina</i>		2		2	6			10
<i>Ziziphys mauritiana</i>	7	8	9	6	9	6	10	55
<i>Corchorus tridens</i>					2			2
<i>Combretum glutinosum</i>	2				6			6
<i>Mitragina inermis</i>				3				3
<i>Boscia angustifolia</i>							2	2
<i>Tragus berteronicus</i>					2			2
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>				2				2
<i>Piliostigma reticulatum</i>					5			5
<i>Vetivera nigrifolia</i>	2							2
<i>A. raddiana</i>	7	6	7	9	7	3	5	44
<i>Tamarindus indica</i>					7			7
<i>Andropogon gayanus</i>	2						3	5
<i>Maerru crassifolia</i>	3		5	6				14
<i>Bauhinia rufuscula</i>	2							2
<i>Boscia senegalensis</i>	4		3	9			3	19
<i>Grewia villosa</i>			3					3
<i>Echinochloa orizetherum</i>			5					5

## Zimbabwe

Heavy reliance by rural communities on common property resources, such as forests and pastures led to the emergence of the management challenge, resulting in increasing deforestation, soil erosion and overgrazing. These factors, among others, such as climatic variability (rainfall extremes) continue to put pressure on environmental richness of especially the marginal areas and are essentially responsible for the rapid desertification and loss of biodiversity.

The vegetation consists principally of miombo woodlands. Areas with sandy soils over impermeable clay support *Colophospermum mopane* that occurs in association with *Acacia tortilis* and *Terminalia sericea*. Because of land pressure, most flat areas have been cleared to pave way for the production of food crops. The remaining natural vegetation in the district is found on hills, along watercourses and remnant trees on cultivated lands.

There is high loss of hardwood species in Chivi District through commercial woodcarving. The extreme danger posed by the woodcarving industry to forest resources in the district is the localized timber harvesting and the selectivity to particular species. This causes, among other things, loss of habitat for some species of wildlife and genetic capability for future regeneration. The most favoured species, *Azelia quanzensis*, does not coppice when cut. Much of the curio wood comes from the communal areas where standing trees in agricultural fields are cut down.

## Burkina Faso

In the pilot study where vegetation rows were used to recuperate land and restore agrobiodiversity, the survival rate for the trees varied from 51 to 93 %, with *Acacia raddiana* having the greatest survival rate (93 %) and *Acacia senegal* a rate of about 67 %.

## References

- Aubréville A. 1949. Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Vol. 1, 381 pp. Paris, France.
- Boudet G. 1981. La végétation sahélienne, son évolution et sa gestion par l'homme, Maisons-Alfort.
- Carrière M. 1989. Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (Région de Kaédi); analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé. IEMVT-CIRAD, Maisons-Alfort (France), 238 pp.
- Cissé AM. 1986. Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sahélienne. Thesis, Agriculture University, Wageningen: 211 pp.
- De Leeuw PN, Diarra L, Hiernaux P. 1993. An analysis of feed demand and supply for pastoral livestock in the Gourma region of Mali. In: Behnke jr RH, Scoones I and Kerven C (eds.), Range Ecology at Disequilibrium. New Models of Natural Variability and Pastoral Adaptation in African Savannas, pp 136–152. Overseas Development Institute, London, UK.
- Gregersen H, Arnold JEM, Lundgren A, Contrera HA, De Montalembert, MR., Gow D. 1993. Assessing forestry projects impacts: Issues and strategies. FAO Forestry paper 114 pp.
- Grouzis M. 1988. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse de doct. d'état, sciences naturelles, université de Paris Sud: 336 pp.
- Haro G. 1990. Transitional wood management system along the Turkwel Riverine woodland: a case of semi-nomadic Turkana, Kenya. Msc Thesis Agricultural University of Norway.
- Hiernaux P. 1995. Spatial heterogeneity in Sahelian rangelands and resilience to drought and grazing. In West, N.E. (ed.), Rangelands in a sustainable biosphere. Proceedings of the Fifth International Rangeland Congress, vol 2: 232-233.
- Hiernaux P. 2000. Implications of the 'new rangeland paradigm' for natural resource management. pp: 113-142. In: Adriansen H, Reenberg A, Nielsen I (eds.), 'The Sahel: energy supply, economic pillars of rural Sahelian communities, need for revised development strategies'. Proceedings of the 12th Danish Sahel Workshop. Occasional Paper 11, SEREIN, Copenhagen.
- Kirubi C, Wamicha WN, Laichena JK. 2000. The effects of woodfuel consumption in the ASAL areas of Kenya: the case of Marsabit Forest. African J. of Ecology 38:47-52
- Longley C, Maxwell D. 2003.. Livelihood, chronic conflicts and humanitarian responses: A review of current approaches. Natural Resources perspectives: ODI- DFID No. 89.
- Reid RS, Ellis JE. 1995. Impacts of pastoralists on woodlands in Southern Turkana, Kenya: livestock – mediated tree recruitment. Ecological – Applications 4:978-992
- Saadou M. 1990. La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de Docteur ès - Sciences Naturelles. - Université de Niamey. 395 pp. + annexes.

- Saadou M. 1998. Eléments constitutifs de la biodiversité végétale. Rapport scientifique au CNEDD.
- Wezel A, Haigis J. 2000. Farmers perception of vegetation changes in semi-arid Niger. *Land degradation and development*, 11:523-534.
- Wezel A, Schmelzer G. 2002. Changes in the floristic structure of a protected fallow site in the Sahel. *Etudes flor.vég. Burkina Faso*, 6:3-8.

## Rôle des ressources génétiques dans l'essor du secteur bananier plantain en Côte d'Ivoire

S. Kouassi Koffi

Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) Station de Recherche de Bimbresso, Abidjan

### Résumé

Le secteur bananier plantain ivoirien est encore informel, caractérisé par: 1) des variétés traditionnelles peu productives (2 à 8 kg/régime), sensibles à la maladie des raies noires, aux nématodes et aux charançons; 2) des pratiques culturales extensives et itinérantes; 3) une production fortement influencée par les saisons. Ce secteur est davantage fragilisé par l'inorganisation du réseau de distribution et l'absence d'information permanente sur l'offre dans les différentes régions. De plus, les producteurs utilisent du matériel végétal de plantation 'tout venant', nonobstant l'importance du choix de la variété dans la rentabilité de l'exploitation. Cette mégarde constitue la plaie la plus évidente à soigner. Petit à petit, le système de culture évolue de la polyculture extensive itinérante vers la monoculture intensive sédentaire où la composante 'variété' est essentielle. Dans cet élan, la collection de bananiers (*Musa* spp.) du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) riche de 167 accessions dont 47 variétés de plantain représente le fer de lance du secteur bananier plantain. L'approche participative de la recherche mise en œuvre actuellement par le CNRA a créé un engouement des planteurs pour les variétés améliorées, de petites tailles et résistantes aux stress.

### Introduction

La banane plantain constitue l'une des principales bases de l'alimentation en Côte d'Ivoire. Elle représente 19% des produits vivriers avec près de 2 millions de tonnes produites chaque année. Depuis 1987, le développement de nouveaux marchés en Afrique de l'Ouest et en Europe a suscité une forte propension à l'exportation de la banane plantain. Cette dynamique au sein du secteur plantain sous-tend la nécessité d'améliorer les conditions de production et de commercialisation. Le secteur économique bananier plantain peut être perçue comme une représentation des relations d'échange de produits et d'informations entretenues par l'ensemble des acteurs directement concernés par la banane plantain. Ces acteurs sont les communautés rurales entant que producteurs, les commerçants distributeurs des produits, les chercheurs ayant en objet le bananier plantain, et l'Etat entant que planificateur du développement agricole.

Le Golfe de Guinée est une zone secondaire de diversification des bananiers plantain (Tezenas du Montcel 1989). De ce fait, les producteurs sont en contact avec plusieurs variétés. La variabilité des rendements dans les bananeraies paysannes est inféodée, pour une part, à cette diversité des ressources génétiques. Habituellement, les bananeraies sont créées à partir de rejets 'tout venant' prélevés dans les plantations précédentes. Mais, l'insuffisance chronique de rejets a créé un besoin permanent en matériel végétal de plantation qui limite, d'une part, l'extension des plantations et, d'autre part, la productivité de la culture du bananier plantain. En outre, les rejets infectés, transportés d'une plantation à une autre, contribuent à la propagation des parasites racinaires qui réduisent davantage la productivité des exploitations. De plus, la disponibilité des rejets dans le temps et dans l'espace est influencée par les aléas pédoclimatiques (qualité du sol, pluie, ensoleillement, etc.) et les pratiques culturales (oeilletonnage, fertilisation, etc.). Malheureusement, 90 % des rejets utilisés dans les plantations de bananier plantain en Côte d'Ivoire proviennent de variétés non identifiées généralement à très faible potentiel de production (2 à 8 tonnes par hectare). Or, pour améliorer les systèmes de production, l'un des paramètres à considérer, est la performance intrinsèque des variétés cultivées. C'est pourquoi, l'évolution de la culture du bananier plantain du système itinérant traditionnel vers le modèle intensif doit s'appuyer nécessairement sur une exploitation judicieuse des ressources génétiques d'une part, et sur un dispositif moderne et performant de production de matériel végétal de plantation de qualité, d'autre part.



La présente note passe en revue les utilisations traditionnelles des ressources génétiques de bananier plantain et indique les efforts déployés par le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) pour valoriser ces ressources génétiques dans le sens de l'amélioration de la productivité des bananeraies de Côte d'Ivoire.

### **Généralités sur le secteur économique bananier plantain**

Le secteur plantain est encore traditionnel et informel: ni la production, ni la commercialisation, ni la distribution n'est organisée. La plupart des pistes de desserte des plantations sont en mauvais état. En période de pluie, une bonne partie de la production est abandonnée sur les lieux de production. Selon les statistiques agricoles (CCI 1985; MINAGRA 1998; ANADER 1997), il ressort que la production augmente de façon linéaire (Figure 1). L'accroissement de la production est dû plus à une augmentation des surfaces cultivées qu'à une intensification de la culture. On enregistre généralement une période d'abondance de production de plantain d'octobre à mars et une période de pénurie d'avril à septembre du fait que les plantations se créent au cours de la grande saison de pluie d'avril à juin. Depuis 1987, la banane plantain est le premier produit vivrier de la Côte d'Ivoire exporté vers les pays de l'Union Européenne. Les exportations sont également importantes et régulières en destination des pays de l'Afrique de l'Ouest (Burkina Faso, Mali, Sénégal, Niger, Ghana, Libéria).

L'analyse prospective du secteur bananier plantain a fait ressortir cinq facteurs principaux susceptibles de l'influencer significativement dans les prochaines années (Kouassi Koffi 2001): le matériel végétal de plantation, les régimes fonciers, le système de commercialisation, le système de production, la technique de conservation du fruit à l'état vert.

Le facteur 'matériel végétal de plantation' relève l'importance des ressources génétique dans l'avenir du secteur économique plantain. Le matériel végétal de plantation influe directement sur: les surfaces cultivées, les rendements, les infestations parasitaires.

En effet, les surfaces cultivées sont en rapport avec la disponibilité du matériel végétal de plantation; la disponibilité étant elle-même liée à la performance des systèmes de production et de distribution. En outre, l'origine génétique du matériel végétal de plantation détermine les rendements en combinaison avec les systèmes de culture pratiqués. La manière dont les ressources génétiques sont exploitées détermine donc la performance du secteur économique

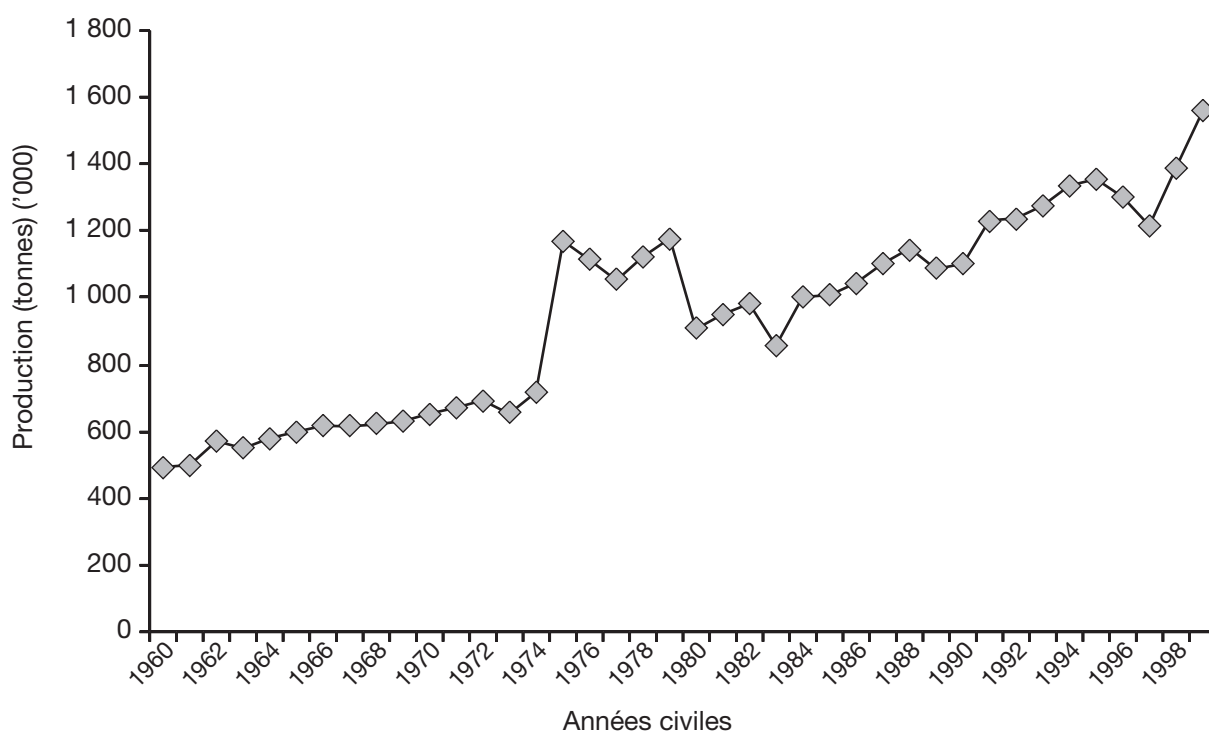


Figure 1: Production de banane plantain en Côte d'Ivoire (1960-1999)

bananier plantain. Un matériel végétal de bonne qualité (sain et performant) permettrait d'augmenter les quantités produites.

### **Les ressources génétiques de *Musa* en Côte d'Ivoire**

Des variétés de bananiers (*Musa* spp.) ont été collectées à la suite de prospections en Côte d'Ivoire de 1950 à 1970 par l'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux (IFAC) et l'Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes (IRFA). Une collection a été constituée à 50 Km d'Abidjan à Azaguié à 80 m d'altitude, 05°38' de latitude Nord et 04°05' de longitude Ouest (Figure 2). En 1998, le CNRA a hérité de cette collection qui comptait 167 accessions dont 22 hybrides introduits dans les années 1990 par l'Institut des Forêts (IDEFOR). Plusieurs groupes génétiques sont représentés dans la collection (Tableau 1). Cette diversité génétique disponible constitue un vivier pour l'amélioration de la productivité des bananeraies, notamment par des manipulations génétiques. Les bananiers plantain appartiennent au groupe génétique AAB et au sous-groupe Plantain; la collection en compte 47 dont 13 sont originaires de la Côte d'Ivoire (Tableau 2). Ces ressources génétiques sont conservées *in situ* (en champ). Il n'existe pas encore de collection *ex situ* (vitrothèque) de bananier plantain en Côte d'Ivoire. Le CNRA a poursuivi les collectes de

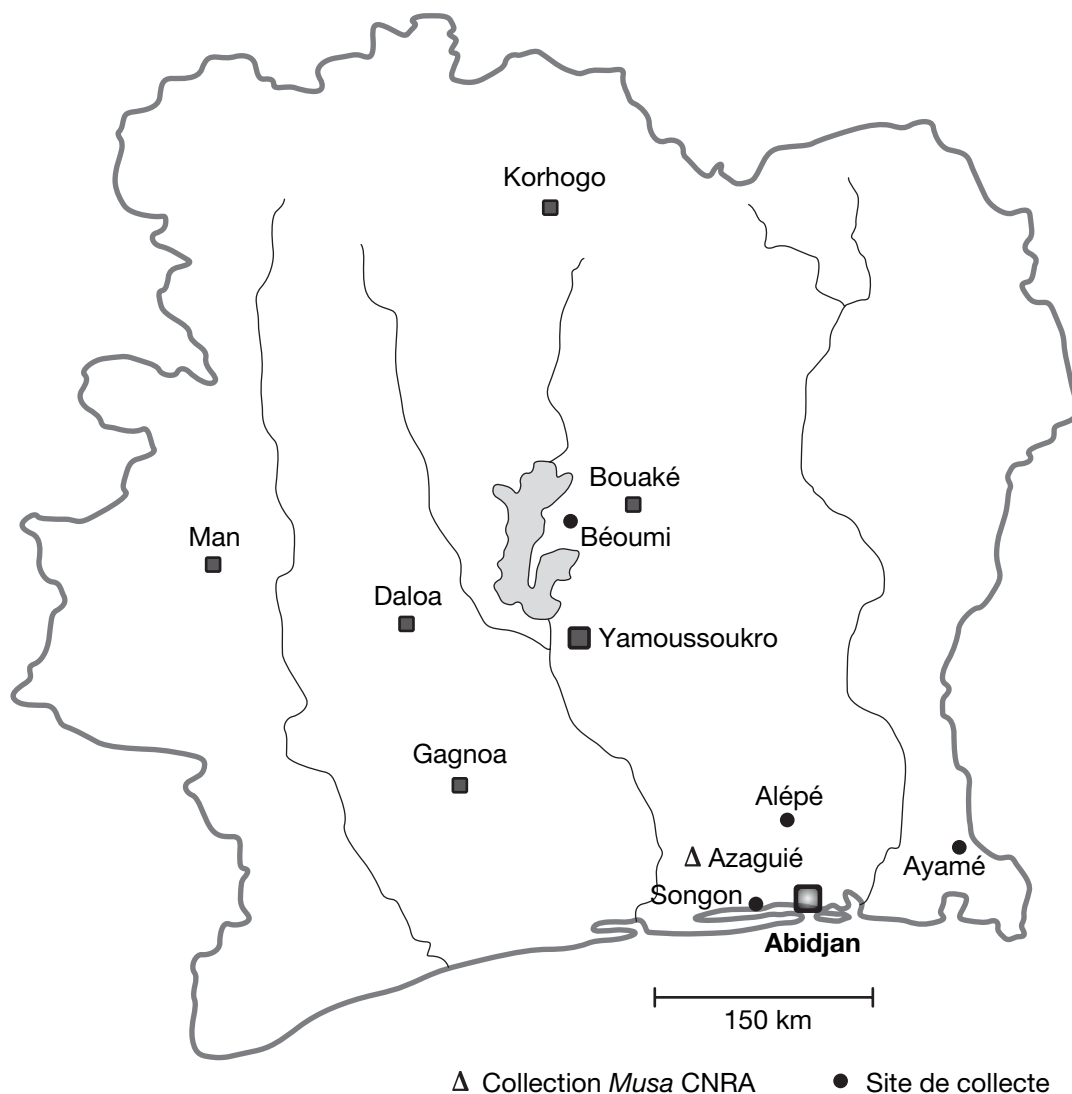


Figure 2: Sites de collecte de nouvelles variétés de bananier plantain en Côte d'Ivoire

Tableau 1: Diversité génétique des *Musa* dans la collection du CNRA en 1998

Groupes génétiques	Nombre d'accessions
AB	4
AA	3
AAA	29
AAB	64
ABB	18
AAA (hybride IMTP)	1
AAAB (hybrides IMTP)	19
AABB (hybrides IMTP)	2
Espèces sauvages	16
Accessions non identifiées	11
Total	167

Tableau 2: Variétés de bananier plantain originaires de Côte d'Ivoire dans la collection de Musacées du CNRA en 1998

N°	Variétés	Type
01	Assouba	Vrai Corne
02	Diby 1	Vrai Corne
03	Diby 2	French
04	Lorougnon	Faux Corne
05	Corne 1	Faux Corne
06	Corne 3	Faux Corne
07	Corne 4	Faux Corne
08	Corne 5	Faux Corne
09	Owang	Faux Corne
10	3 Vert	Intermédiaire entre French et Faux Corne
11	French 2	French
12	Krindjabo	French
13	Banadie	Faux Corne

variétés en Côte d'Ivoire pour accroître la base génétique. Ainsi, 15 nouvelles variétés de bananier plantain ont été collectées en basse et moyenne Côte d'Ivoire (Figure 2). L'effectif des bananiers plantain est passé à 62, soit un accroissement de 24 % (Tableau 3).

### **Utilisations traditionnelles des ressources génétiques**

#### **Les pratiques culturelles**

Traditionnellement, les paysans utilisent le bananier plantain pour créer l'ombrage nécessaire au bon développement des jeunes cacaoyers et caféiers. Ce qui fait dire que le bananier plantain est le pague du cacaoyer. La dynamique spatio-temporelle de la production de banane plantain est liée à celle du binôme café/cacao (Figure 3). La zone far de production de cacao, appelée 'boucle du cacao' était située au Sud-est de la Côte d'Ivoire (région d'Ayamé) jusqu'à la fin des années 1980. Au début des années 1990, avec la diminution des forêts vierges du Sud-est, la boucle du cacao s'est déplacée au Centre-ouest (région de Gagnoa). Aujourd'hui, elle évolue vers l'Ouest (région de Duékoué, Man) toujours à la conquête de nouvelles forêts. Utilisées habituellement en pool génétique, les ressources génétiques de bananier plantain sont distribuées dans l'espace et dans le temps en suivant la dynamique de la boucle du cacao. Il

Tableau 3: Nouvelles variétés de bananier plantain collectées en Côte d'Ivoire (Kouassi Koffi 2003)

N°	Variétés	Origines	Date de collecte	Caractéristiques
1	Mlétia 1	Monga Koumassi, S/P Alépé	Mai 2002	Type French à fruit à apex arrondi
2	Monga	Monga Koumassi, S/P Alépé	Mai 2002	Produit 2 régimes de type Faux Corne
3	Agnirin 1	Abadjin Bimbresso, S/P Songon	Novembre 2002	Type French à gros doigts avec plusieurs mains
4	Doumé	Abadjin Doumé, S/P Songon	Novembre 2002	Régime à gros doigts à inflorescence intermédiaire entre Faux corne et French (voir type Elat)
5	Saci 1	OCAB Abadjin Doumé, S/P Songon	Novembre 2002	Régime à gros doigts à inflorescence intermédiaire entre Faux corne et French (voir type Elat)
6	Saci 2	OCAB Abadjin Doumé, S/P Songon	Novembre 2002	Régime à gros doigts à inflorescence intermédiaire entre Faux corne et French (voir type Elat)
7	Saci 3	OCAB Abadjin Doumé, S/P Songon	Novembre 2002	Type Faux Corne de grande taille
8	Saci 4	OCAB Abadjin Bimbresso, S/P Songon	Février 2003	Type French à gros doigts à fruits de coloration vert clair
9	Red Heart	Sanhoukro, S/P Ayamé	Février 2003	Fruit à pulpe orangé avant maturité
10	Agnirin 2	Sanhoukro, S/P Ayamé	Février 2003	Type French à long régime (plusieurs mains)
11	Mlétia 2	Abadjin Kouté, S/P Songon	Avril 2003	Type French à fruits court < 12 cm à bout arrondi
12	Blofouet	Anguédédou, S/P Songon	Avril 2003	Fruit à peau jaune orangé avant maturité (voir M'bouroukou N°1)
13	Afoto 1	Abadjin Kouté, S/P Songon	Avril 2003	Type Faux Corne à gros doigts perpendiculaires et régime pendant vertical
14	Kangaley	Sanhounty, S/P Béoumi	Avril 2003	Fruits à peau tachetée à l'image du tigre
15	Violet d'Abidjan	Yopougon, Ville d'Abidjan	Avril 2003	Tronc de couleur violet (voir N'zorba)

faut noter également que la cacaoculture a favorisée des mouvements migratoires dans le pays. Les communautés attachées à la culture du café et du cacao, notamment les Agni et les Baoulé du groupe Akan ont été l'objet de ces migrations, mais également, de fortes communautés du Mali et du Burkina Faso y ont été mêlées. Ces dernières, ont adopté la culture du bananier plantain et ont contribué à la dissémination des ressources génétiques dans les zones forestières.

Les systèmes traditionnels de culture sont extensifs et itinérants. Quatre types de conduite de plantation se rencontrent en Côte d'Ivoire (Tableau 4).

La pratique 1 concerne les planteurs se basant sur un système extensif à base de culture pérenne (café, cacao, palmier à huile, hévéa, etc.). Le bananier plantain est utilisé comme plante de couverture. Il bénéficie de la richesse des sols sous forêt. Il n'entre pas en compétition avec la culture de rente au cours des 2 premiers cycles de culture. La densité de plantation peut atteindre 1500 pieds/ha. Les rendements moyens se situent autour de 12 tonnes par hectare. Cette pratique concerne la majorité des producteurs actuels de banane plantain. C'est cette classe de producteurs qui gouverne jusqu'aujourd'hui, le déplacement des zones de forte production de banane plantain de l'Est vers l'Ouest du pays (Figure 3).

La pratique 2 correspond aux planteurs se basant sur un système extensif à base de culture vivrière (riz, igname, manioc, etc.). Ici également, le bananier plantain est une culture secondaire.

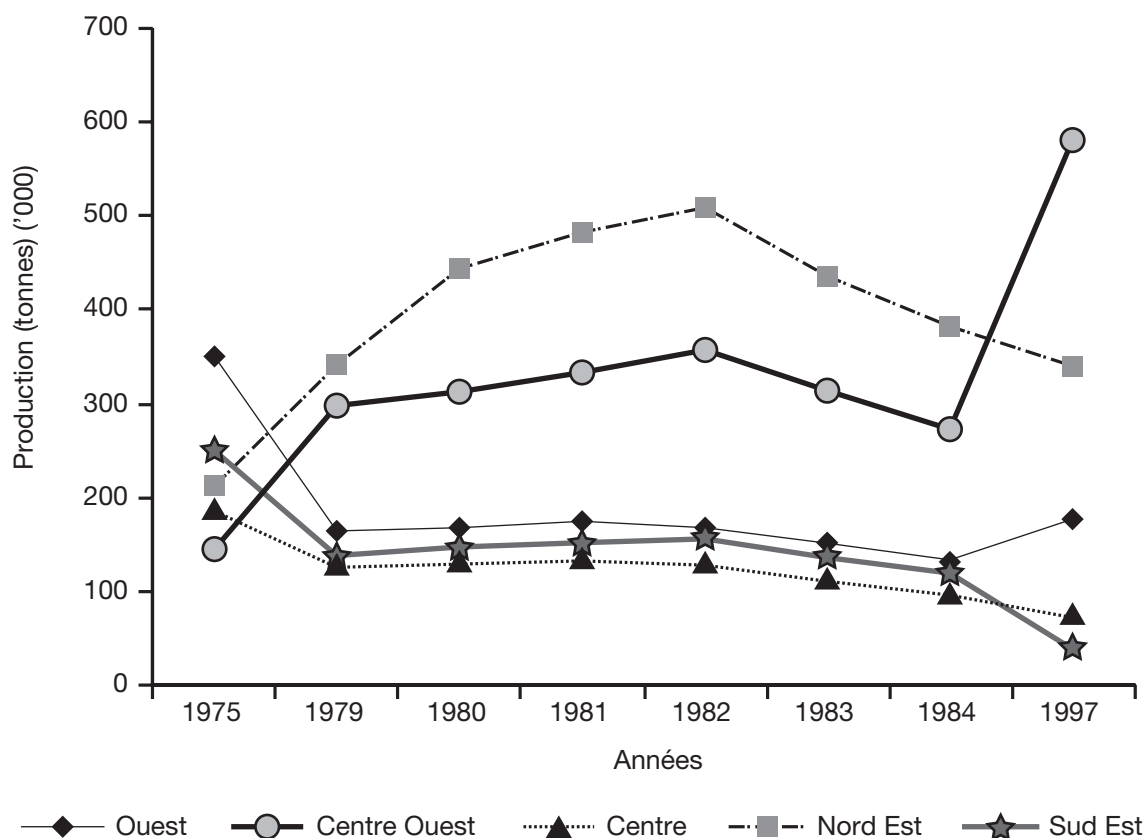


Figure 3: Dynamique de la production de banane plantain en Côte d'Ivoire

Tableau 4: Conduites des plantations de banane plantain en Côte d'Ivoire (Kouassi Koffi 2004 a)

Désignations	Irrigation	Fertilisation	Traitements contre les maladies et ravageurs	Matériel végétal de plantation
Pratique 1	non	non	non	Rejets "tout venant"
Pratique 2	non	oui	non	Rejets "tout venant"
Pratique 3	non	oui	oui	Rejets identifiés
Pratique 4	oui	oui	oui	Rejets identifiés, vivoplants, vitroplants

Il bénéficie de la fertilisation destinée à la culture de base, mais il subit de sa part une forte concurrence. La densité de plantation est faible (environ 800 pieds/ha). Les rendements moyens se situent autour de 8 tonnes par hectare. Cette classe de producteurs se rencontre dans toutes les zones de production, mais elle est plus représentée dans le Centre et le Nord-Est. Sa contribution à la production nationale est en baisse constante (Figure 3).

La pratique 3 est relative aux planteurs se basant sur un système semi intensif. Ce sont des planteurs modernes dont la culture principale est la banane plantain. La plupart du temps, ce sont des fonctionnaires retraités ou des 'Planteurs du dimanche', c'est-à-dire des salariés qui investissent occasionnellement dans l'agriculture. Les densités pratiquées varient de 1666 à 2000 pieds/ha. A ce niveau, les variétés cultivées sont identifiées; le matériel végétal de plantation provient très souvent du CNRA ou de l'Agence National d'Appui au Développement Rural (ANADER). Les rendements moyens observés atteignent 18 t/ha à 25 t/ha. Cette classe de producteurs de banane plantain est présente un peu partout dans les zones favorables à la



culture. Sa contribution à la production nationale est appelée à croître. Elle a, par ailleurs, un rôle important à jouer dans la sédentarisation de la culture.

La pratique 4 indique les planteurs se basant sur un système intensif. Actuellement, les planteurs de ce niveau sont rares en Côte d'Ivoire. Ils plantent aux densités de 1666 à 2000 pieds/ha et réalisent entre 20 et 35 tonnes/ha. L'utilisation des variétés sélectionnées peut amener les rendements jusqu'à 45 tonnes/ha.

Le choix d'une pratique dépend principalement des objectifs de production, mais également des moyens financiers du producteur et de la maîtrise technique de la culture. Les 4 classes de producteurs de banane plantain coexistent et ne s'influencent pas nécessairement. Les pratiques 1 et 2 se déploient sur les plateaux dans les zones forestières ou pré forestières, tandis que les pratiques 3 et 4 ont cours très souvent dans les bas-fonds. Par ailleurs, les animateurs de ces classes proviennent de classes socioéconomiques différentes. Les adeptes des pratiques 1 et 2 ont un niveau d'instruction faible par rapport à ceux des pratiques 3 et 4. Il en découle une propension plus élevée à l'exploitation de variétés sélectionnées pour ces derniers que pour les premiers.

### **Les variétés cultivées**

Les variétés de bananier plantain les plus cultivées en Côte d'Ivoire sont du type Corne (Faux corne et Vrai corne). Ils représentent environ 90 % de la production nationale (N'da Adopo et al. 1998). Les variétés du type French sont peu cultivées. La préférence accordée au type Corne tient du fait que ces bananes ont des doigts plus gros et plus longs que ceux du type French. Ces préférences donnent une valeur commerciale plus élevée au type Corne en Afrique de l'Ouest, notamment en Côte d'Ivoire, qu'en Afrique du Centre.

La taille du fruit s'est imposée donc comme un critère essentiel dans le choix des variétés cultivées en Côte d'Ivoire. Or, malgré leurs fruits attrayants, ces variétés Vrai Corne et Faux Corne produisent très souvent de petits régimes de 7 à 9 Kg (Soler et N'da Adopo 1991) dans les conditions du paysan. La logique paysanne qui consiste à cultiver ces variétés à doigts attrayants mais à faible rendement, contraste avec la politique de sécurité alimentaire qui prône la culture de variétés à hauts rendements. Par ailleurs, ces variétés cultivées sont toutes sensibles aux cercosporioses noire et jaune, aux nématodes et aux charançons. Elles sont également sensibles aux vents violents (chutes des bananiers lors des orages) à cause de leur grande taille. Toute chose qui fragilise l'économie de la banane plantain en Côte d'Ivoire.

Sur les marchés urbains, au plan national comme sous régional, les acheteurs et les consommateurs n'exigent pas de variétés particulières. Cette tolérance des marchés urbains laisse la latitude aux producteurs ruraux de cultiver les variétés les plus productives. C'est pourquoi, la politique de promotion de variétés sélectionnées pour leur rendement et leur tolérance aux maladies et ravageurs, mise en œuvre au CNRA, constitue un espoir de développement du secteur bananier plantain en Côte d'Ivoire. Toutefois, l'impact de cette politique n'est pas encore saillant; ce qui justifie l'approche participative engagée ces dernières années.

La distinction des formes variétales à l'intérieur des trois types de plantain est reconnue par certaines communautés ethniques. A l'échelle de la nation ivoirienne, un travail d'établissement des synonymes des appellations variétales reste à faire (Kouassi Koffi 2004 b). Tout en reconnaissant une diversité de formes variétales, les paysans ne la respectent pas lors de la création des plantations; la culture en mélange de plusieurs variétés est systématique. Ceci a l'avantage d'étaler la production sur une longue période eu égard aux variations des cycles culturels et des comportements des variétés dans les systèmes traditionnels de culture. La logique paysanne ici permet de préserver la diversité génétique au sein du sous groupe Plantain et de la conserver dans le temps.

### **Les formes traditionnelles de consommation**

La banane plantain est l'aliment de base à l'Est et au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Elle occupe également une place importante dans l'alimentation des populations du Centre, Centre-Ouest

Tableau 5: Formes traditionnelles de consommation de la banane plantain en Côte d'Ivoire (Bouchot et al. 1987; N'guessan et al. 1993; Mosso et al. 1996)

N°	Mets traditionnels	Description
1	Foutou	Pâte tendre cuite à l'eau et pilée. Se mange accompagnée d'une sauce.
2	Aloco	Frite de banane plantain mûre.
3	Foufou	Purée peu mûre, cuite dans une sauce de poisson ou de viande à laquelle peu être ajoutée de l'huile de palme.
4	Banane braisée	Fruit déshabillé cuit sur des braises.
5	Banane bouillie	Fruit déshabillé bouilli à l'eau.
6	Craclo	Beignets de banane plantain mûre pilée.
7	Doncrô (docounou)	Galettes faites de banane plantain mûre pilée à laquelle est adjointe de la farine de riz ou de manioc et du sel. Le mélange est emballé dans une feuille de bananier plantain et cuit à la vapeur.
8	Akpassi	Mets composé de morceaux de banane plantain, de viande ou de poisson cuits dans une sauce plus ou moins relevée.
9	Alouboué	Purée de banane plantain mûre, pâteuse, agrémentée d'huile, de poisson ou de viande.
10	N'gbahô (N'gbô)	Farine de banane plantain tamisée et cuite à la vapeur.
11	Apiti	Galettes faites de banane plantain mûre pilée cuites au feu de bois.

et Ouest. La consommation nationale par tête d'habitant est estimée à 70 kg/an. Les modes de consommation de la banane plantain sont variés (Tableau 5). Le mets le plus consommé est le Foutou; c'est également le plus exigeant du point de vue de la qualité du fruit. En effet, le Foutou doit être tendre, ce qui requiert des qualités culinaires particulières de la part du fruit pilé. Les variétés de type French sont connues pour la meilleure qualité de leur Foutou. De plus, les French sont consommés par ceux qui ont pour totem les Cornes. Les variétés "Orishele" (Faux Corne) et "Nselouka" (French) introduites en Côte d'Ivoire à partir respectivement du Nigéria et du Congo, ont été facilement adoptées par les consommateurs ivoiriens à cause de la bonne qualité de leur Foutou. Le Foutou s'apprécie aussi par sa couleur orangée, ainsi, la variété Red Heart (Tableau 3) est très prisée. En dehors du Foutou, les autres formes de consommation de la banane plantain ne sont pas exigeantes en terme de qualité du fruit; toutes les variétés se prêtent à la préparation de ces mets.

Dans les villes, les mets comme "Aloco" et Banane braisée sont devenus des produits de grande consommation à côté du Foutou et du Foufou. Les consommateurs des villes ne sont pas exigeants quant à l'origine French ou Corne du Foutou. C'est pourquoi, les variétés du type Corne dominent les marchés urbains par leurs fruits impressionnants. L'obstacle majeur à l'adoption des hybrides améliorés issus des Centres de recherche, est leur inadéquation aux mets traditionnels. Des tests de dégustation ont été conduits sur huit (8) hybrides (PITA 1, PITA 2, PITA 3, PITA 5, PITA 6, PITA 8, BITA 1 et FHIA 3) sous les formes "Foutou", "Aloco", "Foufou" et "Alouboué". Seul l'hybride PITA 3 a été jugé bon pour les 4 mets (N'guessan et al. 2000).

### Les usages traditionnels des organes de bananier plantain

Le bananier plantain est cultivé principalement pour ses fruits. Toutefois, les communautés rurales utilisent les autres organes de la plante (feuilles, pseudo-tronc, racines, etc.) à des fins diverses. Le bananier plantain est fortement impliqué dans les modes de vie dans les campagnes du Centre, du Sud-Est, du Centre ouest et de l'Ouest du pays. Il s'est ainsi chargé de valeurs culturelles qu'il est bon de souligner. Le tableau 6 donne quelques exemples d'utilisation des organes de bananier plantain. Des enquêtes plus élaborées permettraient de révéler ces

Tableau 6: Quelques usages traditionnels des organes du bananier plantain en Côte d'Ivoire (Kouassi Koffi 2004 b)

Organes	Usages	Domaines
Feuille fraîche	Après l'écabossage du cacao, les feuilles fraîches servent à recueillir le jus de la pulpe. Ce jus se fermente sous cet emballage pour donner une boisson alcoolisée.	Brasserie
	Emballage du poisson ou de la viande pour une cuisson à l'étouffée.	Emballage
	Emballage de la pâte de fruit mûre servant à préparer le Doncrô ou Docounou (mets traditionnel).	Emballage
	Soins du bébé prématuré. On fait dormir le prématuré sur une liasse de feuilles fraîches jusqu'à 9 mois.	Médical
Feuille sèche	Emballage du tabac pour en faire un cigare.	Emballage
	La vapeur se dégageant du bouillon de feuilles sèches de bananier plantain et de papayer soigne le paludisme et la fièvre typhoïde.	Médical
	Les feuilles sèches sont enroulées en forme de cerceau qui se pose sur la tête pour porter des bagages.	Transport
	Confection de chapeau pour se préserver du soleil au champ.	Habillement
Peau du fruit	La cendre issue de la peau verte est utilisée comme potasse dans les préparations culinaires ou dans la fabrication de savon.	Alimentation & Esthétique
	Lorsque la peau s'enfle à la suite d'une injection (soin infirmier) ou de tout autre choc, on utilise la peau fraîche pour soigner le mal. Elle est chauffée sur de la braise et posée à l'endroit.	Médical
Apex du fruit	La base du style proéminente à l'apex du fruit est tranchée et écrasée (en mélange avec d'autres ingrédients) pour former des boulettes utilisées comme suppositoires pour soigner les douleurs lombaires et du bas ventre.	Médical
Rachis	Le rachis est écrasé et utilisé comme suppositoire contre la fatigue généralisée et les douleurs lombaires.	Médical
Pseudo-tronc	On extrait des fibres grossières du pseudo-tronc séché. On en fait une éponge qui sert à pétrir les cases. Elles servent également à tuteur l'igname.	Bâtiment & Agriculture
	Les fibres, utilisées comme bandage, ont la propriété de favoriser la soudure de l'orteil ou du doigt tranché accidentellement (blessure fraîche).	Médical
	Le pseudo-tronc frais entre dans la fabrication du balafon de champ (instrument musical utilisé dans les champs). Il sert de pilier sur lequel sont posés des planches.	Music
	On extrait de fines fibres du pseudo-tronc séché. Celles-ci servent à fabriquer des ficelles pour enfiler des cauris ou autres éléments utilisés comme parure.	Habillement & Esthétique

dimensions socioculturelle et ethnologique des ressources génétiques des bananiers plantain en Côte d'Ivoire. Au stade actuel des investigations, les particularités des variétés n'ont pas encore été mises en évidence dans ces usages traditionnels des ressources génétiques. Ces aspects socioculturels peuvent expliquer l'omniprésence des bananiers plantain autour des cases dans les villages. Nécessairement, ces cultures de case contribuent à la préservation de la diversité génétique du sous groupe Plantain.

## **Valorisation des ressources génétiques au CNRA**

### **La culture intensive**

Le CNRA dispose d'un paquet technologique pour la production intensive de banane plantain. Cela consiste en un ensemble d'acquis scientifiques et techniques permettant de maîtriser l'environnement de la culture dans les domaines de l'Agronomie, l'Agro-pédologie, l'Entomologie, la Nématologie, la Phytopathologie et l'Agro-physiologie (N'guessan et Ganry, 1990; N'guessan et al. 1993). Pour juguler les pénuries saisonnières, le système de production de contre-saison a été proposé en début des années 1990. Depuis 2002, le système de culture monocycle à forte densité est en expérimentation (Gnonhouiri et al. 2004).

Les rendements en station atteignent 32 t/ha avec la variété Corne 1 très répandue en Côte d'Ivoire. L'écart entre le rendement paysan (8-12 t/ha) et le rendement recherche (32 t/ha) met à nu l'épineux problème de transfert de technologie en milieu paysan. Mais également, cet écart indique la faisabilité de la sécurité alimentaire, notamment par un accroissement, de plus de 60 %, de la production de banane plantain (3ème denrée vivrière la plus consommée en Côte d'Ivoire). C'est pourquoi, il est important de susciter l'émergence d'une nouvelle classe de producteurs de banane plantain autre que la classe de producteurs de cacao.

### **La sélection conservatrice**

La sélection conservatrice consiste à sélectionner les meilleures variétés traditionnelles dans le germoplasme disponible de bananier plantain. Compte tenu de l'inadéquation des hybrides améliorés aux mets traditionnels, et en attendant que les programmes d'amélioration génétique (du CNRA et d'autres centres) mettent au point de meilleurs hybrides, la sélection conservatrice revêt de l'importance.

Les variétés de bananier plantain sont évaluées en collection. La sélection est multicaractère et se fait sur indice (Kouassi Koffi 2000). Pour les premières investigations au CNRA, un indice technique (IT) a été calculé selon une combinaison linéaire où le prototype recherché est déterminé pour 50% par la longueur du doigt, pour 30% par le grade du fruit et pour 20% par le poids du régime (Kouassi Koffi 2004 a):

$$IT = (0,5) LD + (0,3) GR + (0,2) PR.$$

Les trois critères ont été choisis sur la base de leur intérêt économique imposé par les marchés urbains:

- la longueur du doigt médian de la 2ème main (LD)
- le grade du doigt médian de la 2ème main (GR)
- le poids du régime (PR).

Huit (8) variétés ont été sélectionnées: "Corne 1", "Orishele", "Saci 1", "Saci 2", "Doume", "3 vert", "Batard", "Agnirin 1". Ces variétés traditionnelles ont un potentiel intrinsèque de production de 15-35 t/ha; les variétés non sélectionnées se situent entre 2-8 t/ha. Ces variétés sélectionnées sont en multiplication *in vivo* (par la technique de multiplication sur souche décortiquée) et *in vitro* (par micropropagation). Cette phase de production de matériel végétal de plantation sera suivie d'une phase de diffusion où des tests de démonstration seront mis en place chez des planteurs et également à l'ANADER.

La sélection conservatrice va se poursuivre "à la suite des nouvelles prospections en Côte d'Ivoire et des introductions d'accessions envisagées à partir des collections de bananier plantain de l'IITA (Institut international pour l'agriculture tropicale), du CARBAP (Centre Africain de Recherche sur la Banane et la Banane Plantain) et de l'ITC-INIBAP (Centre de transit international du Réseau international pour l'amélioration de la banane et de la banane plantain).

### La production de matériel végétal de plantation

Naturellement le bananier plantain produit des rejets autour du pied porteur du régime (pied-mère). Ce potentiel naturel de multiplication est très faible (1 à 3 rejets par pied-mère). Aussi, plusieurs techniques ont-elles été mises au point pour accroître le pouvoir multiplicatif des bananiers plantain à l'effet notamment de produire du matériel végétal de plantation en grande quantité (Auboiron 1997; Kwa 2001). Au CNRA, c'est la technique de Multiplication sur Souche Décortiquée (MSD) qui est actuellement exploitée. C'est une technique horticole née au Costa Rica et pratiquée depuis 1990 qui consiste à cultiver une souche entière décortiquée de bananier plantain en condition artificielle sous serre. Elle permet de produire des plantules saines appelées 'Vivoplants'. La technique permet d'envisager des rendements de 40 plantules par souche en 6 mois, soit 80 000 à 100 000 vivoplants par hectare en 6 mois. La MSD permet non seulement de produire du matériel végétal de plantation pour les essais en station, mais est surtout une voie importante pour la diffusion des variétés sélectionnées. Depuis 2002, la production de vitroplants par micropropagation est en étude au CNRA.

### L'amélioration génétique du bananier plantain

Le but des investigations en génétique du plantain est d'accroître l'effet variété dans la productivité de l'exploitation. Le prototype recherché est une variété de petite taille (moins de 2m), à haut rendement (> 18 kg/régime), et résistante à la fois aux nématodes et aux cercosporioses. La stratégie mise en œuvre est la création variétale par pollinisation manuelle semi-contrôlée et germination *in vivo* des graines. Cette option privilégie la voie conventionnelle qui ne nécessite pas d'investissements lourds en comparaison avec la transformation génétique, les haplométhodes, etc. Une campagne de pollinisation manuelle s'est étendue de février à août 2002. La germination *in vivo* des graines en serre est moins coûteuse que le sauvetage *in vitro* des embryons zygotiques. Les régimes sont récoltés au doigt tournant (1er fruit mûr). Après l'égrenage, les graines sont semées dans de petits pots en plastique en serre où l'humidité relative est proche de la saturation. Les plantules sont repiquées au stade 2 feuilles dans des sachets plastiques et maintenues en serre jusqu'au stade 4 feuilles. Ensuite, elles sont transférées sous ombrière et entretenues jusqu'au stade 6 feuilles où elles sont mises en champ. Quatre géniteurs mâles ont été choisis pour leur bon comportement vis à vis de la cercosporiose noire (Vuylsteke, 2001): Yangambi Km5 (AAA, Ibota), Pisang Mas (AA, sucrier), *Musa acuminata* sp. malaccensis type Selangor (AA, sauvage) et *M.a.* sp. *burmanica* type Long Tavoy (AA, sauvage). 27 géniteurs femelles ont été impliqués dont 16 hybrides (Tableau 7). Les schémas de croisement testés sont: 4x/3x, 4x/2x, 3x/3x, 3x/2x, 2x/3x et 2x/2x.

Tableau 7: Couples de géniteurs testés

Géniteurs mâles	Géniteurs femelles			
Yangambi Km5 (3x)	PITA 1 (4x)*	PITA 3 (4x)	PITA 5 (4x)	PITA 8 (4x)
	CRBP 14 (4x)	CRBP 39 (4x)	CRBP 100 (4x)	4479-1(4x)
	Lacknau (3x)	Espermo (3x)	Pisang Mas	
Pisang Mas (2x)	FHIA 01 (4x)	FHIA 23 (4x)	Makangoua (3x)	BITA-1 (4x)
	PITA 1	Yangambi Km5	Akondro Mainty (2x)	SH 3640 (4x)
Selangor (2x)	PITA 3	PITA 8 (4x)	4479-1	CRBP 100
	SH 3640	FHIA 03 (4x)	Lacknau	Cachaco (3x)
	Cacambou (3x)	Safet Velchi (2x)		
Long Tavoy (2x)	CRBP 14	CRBP 85 (4x)	PITA 2 (4x)	7152 (4x)
	SH 3640	Cachaco	Foulah 2 (3x)	Espermo
	Nadan (2x)	Safet Velchi		

\* (4x) = niveau de ploïdie





Hybride CNRA 072-6

Hybride CNRA 015-16

Figure 4: Quelques hybrides prometteurs du programme d'amélioration génétique des bananiers plantain du CNRA.

Il est apparu que les hybrides tétraploïdes primaires jouent un rôle important dans le succès du Programme. La première campagne de pollinisation a permis de produire 2747 graines desquelles sont issues 155 hybrides qui sont actuellement en évaluation primaire. Le pouvoir germinatif in vivo des graines est déterminé par l'aptitude spécifique à la combinaison des géniteurs impliqués dans la formation de la graine. Sur la base des observations primaires, 5 hybrides sont prometteurs: CNRA 015-16, CNRA 015-20, CNRA 060-2, CNRA 072-6 et CNRA 092-1 (Kouassi Koffi 2004 c). Ces hybrides sont parthénocarpiques, de petite taille et ont un bon niveau de tolérance à la cercosporiose noire. La planche 1 présente quelques uns de ces hybrides.

### **Conclusion**

Le secteur économique de la banane plantain de Côte d'Ivoire, quoique présentant quelques faiblesses aujourd'hui, peut espérer des lendemains meilleurs en regard, d'une part, du rôle de plus en plus grandissant de la banane plantain dans les échanges internationaux du pays et dans la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest, et d'autre part, de la dynamique de valorisation des ressources génétiques mise en œuvre par la communauté scientifique nationale. Les premières investigations des chercheurs ont été concentrées sur la maîtrise scientifique et technique de l'environnement du bananier plantain en culture intensive. Maintenant, l'intérêt se porte davantage sur la valorisation des ressources génétiques dans le processus d'amélioration de la productivité des bananeraies. En premier lieu, l'accent est mis sur la sélection conservatrice qui va permettre aux producteurs modernes de cultiver les meilleures variétés traditionnelles. En second lieu, un intérêt est accordé à l'amélioration génétique de laquelle sont attendues des hybrides résistants aux maladies et ravageurs, plus productifs et de petite taille. A long terme, la panoplie de variétés cultivées va se réduire à quelques variétés sélectionnées. D'ici là, le CNRA s'active à collecter et conserver les variétés encore détenues dans les campagnes. Par ailleurs, le rôle du bananier plantain dans les us et coutumes des ivoiriens est ressorti pour être

capitalisé à l'actif du 'Savoir traditionnel'. La valorisation des ressources génétiques fait apparaître la nécessité de mettre en place un dispositif moderne et performant de production de matériel végétal de plantation pour la diffusion des variétés sélectionnées, et d'encourager l'émergence d'une nouvelle classe de producteurs (autres que les planteurs de cacao ou de café) ouverte aux innovations technologiques.

### Références

- ANADER 1997. Agence National pour le Développement Rural. Enquête de base 1996-1997.
- CCCI 1985. Chambres Consulaires de Côte d'Ivoire, Chambre d'Agriculture, Chambre de Commerce, Chambre d'Industrie – Annuaire 1985. pp. 5-11.
- Auboiron E. 1997. Cultures de tissus. Applications sur les bananiers et plantains. Communication au séminaire de formation sur le thème 'Recherches sur la gestion des cultures de bananes et bananes plantain: l'amélioration génétique'. CRBP/IITA/INIBAP. Njombé, Cameroun, 1er -19 décembre 1997.
- Bouchot P, Cordon B, Grellier H, Gutton L, Jouannault F, Jund N, Rabbe L, Raimbourg B, Villeneuve A. 1987. Les cultures vivrières. Conservation et transformation de l'igname et de la banane plantain. Groupe de mission en Côte d'Ivoire. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (MINAGRA). pp 1-44.
- Gnonhouiri GP, Yao NT, Kobenan K, Kouassi Koffi S. 2004. La culture annuelle à forte densité en Côte d'Ivoire. Convention CNRA/INIBAP. Rapport final (1er cycle de culture).
- Kouassi Koffi S. 2000. Analyse génétique et sélection au sein de trois familles d'hybrides diploïdes de type bananier plantain. Mémoire DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies). Université de Cocody Abidjan, Côte d'Ivoire. 48 pp.
- Kouassi Koffi S. 2001. Les secteurs banane (AAA) et banane plantain (AAB) en Côte d'Ivoire: analyse bibliographique et prospective. Communication à la revue interne des activités de recherche 2000, Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Direction Régionale d'Abidjan, Adiopodoumé, 19-21 avril 2001. 35 pp.
- Kouassi Koffi S. 2003. Amélioration génétique des bananiers (*Musa spp.*). Rapport d'activité 2002. Document CNRA. 26 pp.
- Kouassi Koffi S. 2004 a. La culture du bananier plantain en Côte d'Ivoire. Communication à l'atelier de formation aux itinéraires techniques de productions vivrière, de gestion coopérative et de vulgarisation agricole. 5-16 janvier 2004. Abidjan, AISA, Côte d'Ivoire.
- Kouassi Koffi S. 2004 b. Enquête sur les aspects socioculturel et ethnologique des bananiers plantain en Côte d'Ivoire. Projet de thèse. Document CNRA.
- Kouassi Koffi S. 2004 c. Amélioration génétique des bananiers plantain. Rapport d'activité 2003. Document CNRA.
- Kwa M. 2001. Production intégrée de matériel végétal chez le bananier plantain: développement et transfert d'une technique horticole de multiplication rapide de matériel végétal sain (technique des PIF). Proposition de Projet CORAF/WECARD-MAE. Mai 2001. 8 pp.
- MGIS, 2.1 - Musa Germplasm Information System (MGIS), version 2.1. Collection du Centre Africain de Recherche sur la Banane et la Banane Plantain (CARBAP). Photos Tomekpé K: NYO0229, NYO0268, NYO0195.
- MINAGRA. 1998. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales. Annuaire des statistiques agricoles 1997.
- Mosso K, Kouadio N, Nemlin GJ. 1996. Transformations traditionnelles de la banane, du manioc, du taro et de l'igname dans les régions du Centre et du Sud de la Côte d'Ivoire. Ind. Alim. Agr. 113e année, n°3 mars 1996: 91-96.
- N'da Adopo A, Amafon Aguié G, Kehe H, Kamara F, Fofana V. 1998. Les perspectives d'évolution du circuit de distribution de la banane plantain en Côte d'Ivoire. In: Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu pour la sécurité alimentaire. International symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November 1998. Picq C, Fouré and Frison EA, editors.
- N'guessan AEB et Ganry J. 1990. Systèmes de culture et techniques culturales pour la production de plantain. In Fruits, numéro spécial Bananes: 103-106.
- N'guessan A, Yao N, Kehe M. 1993. La culture du bananier plantain en Côte d'Ivoire. Fruits, vol. 48, n°2 / Spécial bananes II: systèmes de production du bananier plantain: 133-143.
- N'guessan AEB, Koné D, Kobenan K, Aké S, Tenkouano A. 2000. Caractéristiques agronomiques et comportement de quelques hybrides tétraploïdes de bananiers plantain dans le Sud de la Côte d'Ivoire. In: BIOTERRE, Rev. Inter. Sci. De la Vie et de la Terre. Vol. 1, n°1: 6-21.

- Soler A et N'da Adopo A. 1991. Réduction des pertes post-récolte du plantain. Projet PNUD/FAO IVC/87/003. Rapport final. Abidjan, Côte d'Ivoire: CIRAD-IRFA. 57 pp.
- Tezenas du Montcel H. 1989. L'importance de la Taxonomie pour l'amélioration génétique des bananiers. Ixe réunion de l'ACORBAT, Merida, Venezuela, 25-30 septembre 1989. 16 pp.
- Vuylsteke D., 2001 - Strategies for Utilization of Genetic Variation in Plantain Improvement. Ph.D. thesis at the Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences of the K.U. Leuven. pp. 133.

## Sustainable use of plant genetic resources for food security: the Linkage between plant breeders and genebanks

H.K. Adu-Dapaah<sup>1</sup>, R. Akromah<sup>2</sup>, L.M. Aboagye<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Crops Research Institute (CSIR, Kumasi, Ghana

<sup>2</sup>Crop Science Department, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana

<sup>3</sup>Plant Genetic Resources Centre, (CSIR), Bunso, Ghana

### Abstract

Governments in West and Central Africa are confronted with the challenge of producing adequate, affordable and quality food for healthy and productive lives of their people (food security). Efficient and sustainable use of plant genetic resources (PGR) for crop improvement for varied needs play a significant role in meeting this challenge. Crop breeding includes altering the genetic composition of a crop population to meet consumer or end-user preferences. The most important step in crop breeding is the ability to assemble a wide range of genetically variable germplasm. This paper discusses an inter-disciplinary and inter-institutional approach to germplasm collection, evaluation, utilization and conservation. Strengthening existing links between genebanks, plant breeders and other users is emphasized. Data on the acquisition and distribution of germplasm of specific crop species have been provided. Crop varieties developed as a result of the linkage between plant breeders and the genebanks have been indicated. Factors limiting the use of indigenous landraces or wild species have also been outlined. Innovative approaches to the development and strengthening of linkages between genebanks, plant breeders and other end-users have been suggested. Farmers, local communities and women in particular are being encouraged to participate fully in the planning and decision-making processes relating to the conservation and use of PGR at the national level. The need for strengthening PGR activities through full computerization of documented data as well as their collation and retrieval has also been emphasized.

### Introduction

Governments in West and Central Africa face the challenge of producing sufficient, affordable and quality food for healthy and productive lives of their people. To meet this challenge, efficient and sustainable use and conservation of plant genetic resources (PGR) for crop improvement cannot be overemphasized (Adu-Dapaah et al. 1997; Cooper et al. 1998). The task facing gene banks and plant breeders including farmers in West and Central Africa and Ghana in particular is how to rescue, preserve and use the dwindling PGR to meet the urgent needs of the ever-increasing population. In recent times the development of new technologies, the replacement of local varieties by improved ones, the settlement on new lands, changes in cultivation methods, bush fires, deforestation, overgrazing, indiscriminate logging, natural disasters, infrastructural developments, surface mining and conflicts have resulted in rapid and extreme plant genetic erosion (Adu-Dapaah et al. 1997; Esquines-Aledzar 1993; Tuffour 1997). These practices have affected both cultivated and many wild genetic resources that have a direct, indirect or potential agricultural use. The erosion of resources may lead to the extinction of valuable genetic resources that have not yet been exploited for human use. The pathway to food security lies in the protection and efficient use of PGR. This calls for their collection, characterization, evaluation, documentation, conservation and exchange among breeders and gene bank curators. It is, therefore, important to strengthen collaboration and transparent partnerships among stakeholders especially gene banks and breeders including farmers to ensure effective and efficient use of scarce human and natural resources (Horton et al. 2003).

Plant germplasm collecting missions are expensive and efforts should be made to safeguard germplasm that has already been assembled for conservation and are facing the threat of loss or neglect (IBPGR 1983). In West and Central Africa and Ghana in particular, population growth



rate outstrips food production. Attaining food security calls for the combination of biotechnology and conventional breeding methods with the active involvement of farmer-based organizations and other stakeholders right from planning and decision-making processes relating to the conservation and utilization of PGR at the national level (Adu-Dapaah and Sangwan 2004). This will enhance adoption of the technologies to be developed and ensure efficiency and effective utilization of resources (Almekinders and Elings 2001; Witcombe et al. 2001). Emphasis should be placed on multi-disciplinary and inter-institutional approach to germplasm collection, evaluation, conservation and use. Existing collaboration among institutions and between disciplines within institutions should be strengthened. For effective collaboration and partnership between gene banks and breeders, the need for transparency in resource allocation, management and monitoring of the use of resources is strongly emphasized. National gene banks and breeders should have adequate resources and be motivated to conserve and use available germplasm. Existing partnership between breeders and gene banks should be strengthened and new partnerships initiated among stakeholders at national, sub-regional and international levels (Horton et al. 2003) and be maintained.

This paper discusses (i) factors militating against collaboration and partnership and how to strengthen them; (ii) pre-breeding activities at gene banks in Ghana; and (iii) breeding activities and updates of varieties developed through collaboration and partnership between gene banks and breeders in Ghana.

### ***Collaboration and partnerships between gene banks and breeders***

Collaboration is defined as two or more people or organizations working together with similar objective through exchange of ideas, germplasm and execution of joint projects. Partnership is defined as a negotiated relationship between two or more entities that have entered into a legal or moral contract (Horton et al. 2003). The entities, for example, could be gene banks and breeders, non-governmental organizations (NGOs), farmers and breeders. Conservation and use of PGR is hampered by inadequate human, infrastructural and financial resources in Ghana and most countries in West and Central Africa. This calls for pulling resources together through collaboration and partnership at the national, sub-regional and international levels.

Collaboration starts with participatory need assessment involving farmers, extension agents, scientists and policy makers to identify farmers' needs and production constraints. This is followed by prioritization and assigning of roles. Where there are solutions to any of the constraints the researchers pass on the information to extension agents who in turn teach the farmers. Where there are no solutions, research proposals are prepared with the stakeholders to solve the farmers' problems. To ensure greater variability in the germplasm at gene banks, joint collection missions are organized with the gene bank playing a leading role. After the collection, the materials are characterized, evaluated, documented and conserved, and the relevant information made available to breeders for use in their programmes. This is followed by hybridization, selection for multi-locational testing and promising lines are selected for further evaluation on farmers' fields and eventually released to farmers.

Figure 1. shows the linkage between breeders from various institutions and farmer based organizations (FBO) that collaborate with the gene bank (PGRC)

These include research institutes, universities, NGOs and farmer-based organizations. Areas of collaboration include participatory needs assessment, planning workshops, germplasm collecting missions, germplasm evaluation, exchange, storage and utilization, proposal writing to source for funds and human resource and development as well as joint publications.

Figure 3 shows a flow chart of the collaboration and partnerships among gene banks and breeders in Ghana.

In cowpea, the greatest number was requested by research institutions (65%) followed by the universities (30%) and least by farmers (5%). Similarly, the research organizations requested for the greatest number (55%) of maize, followed by universities (44%) and second cycle institutions (1%). However, for okra the universities requested for the greatest number (65%) followed by research institutes (23%) and farmers (7%) and least in second cycle institutions (5%).



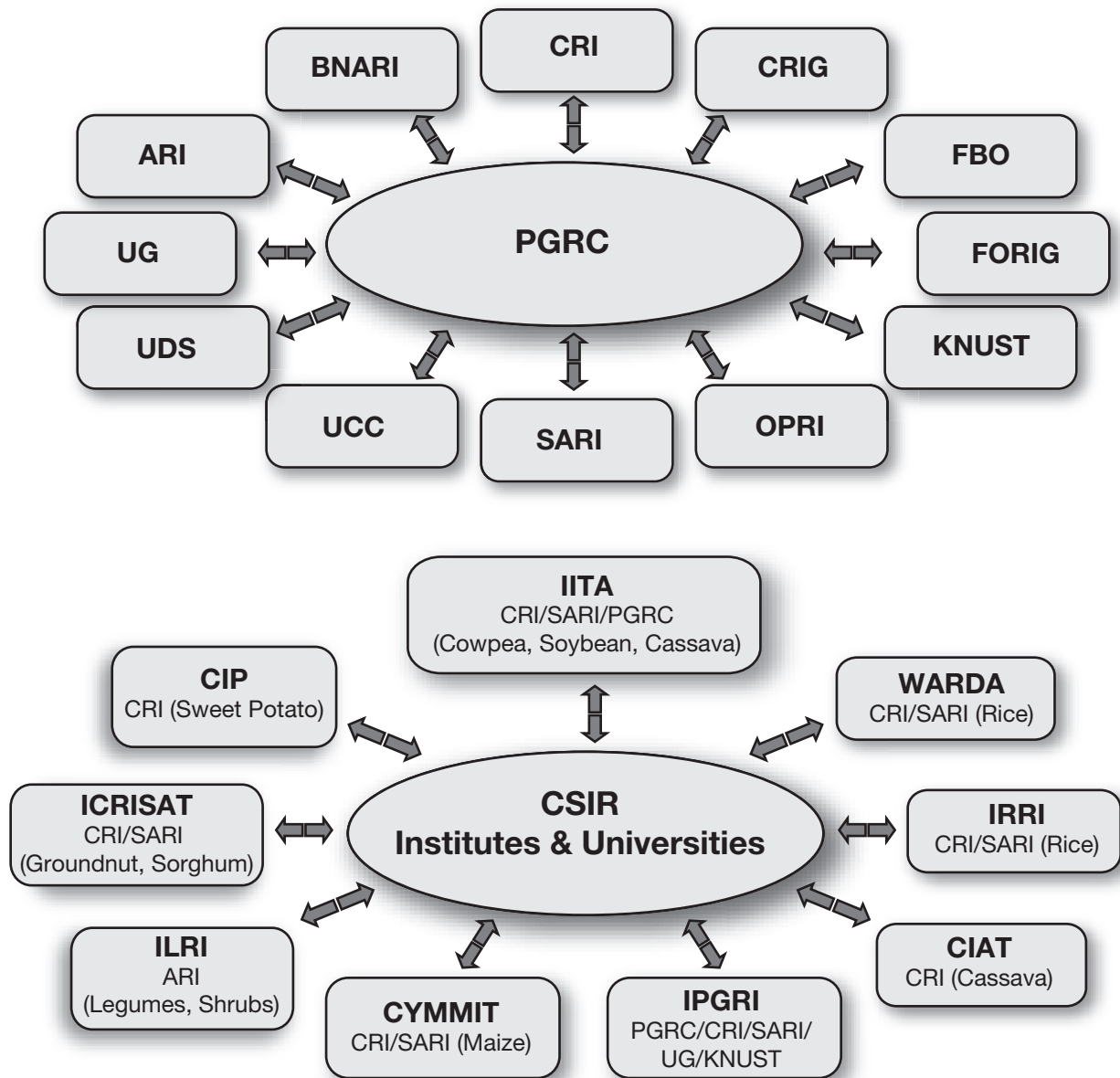


Figure 2: Collaboration between PGRC and breeders from various institutions

Key to acronyms:

ARI: Animal Research Institute; BNARI: Biotechnology and Nuclear Agricultural Research Institute; CRI: Crops Research Institute; CRIG: Cocoa Research Institute of Ghana; FBO: Farmer Based Organizations; FORIG: Forestry Research Institute of Ghana; KNUST: Kwame Nkrumah University of Science and Technology; OPRI: Oil Palm Research Institute; SARI: Savannah Agricultural Research Institute; UCC: University of Cape Coast; UDS: University for Development Studies; UG: University of Ghana

In general, less than half of the germplasm acquired has been distributed and this may be due to lack of awareness or insufficient information about the materials in the gene banks. This calls for intensive public awareness creation on availability and further evaluation to provide more information on the characteristics that would enhance their utilization by stakeholders.

**Genetic evaluation and utilization of gene bank stocks in West and Central Africa**

A sizeable amount of germplasm has been collected and conserved in gene banks under the National Agricultural Research Systems (NARS) in Africa. However, not much of the stocks

are being used in breeding programmes and hence remain mere curiosities (Akroma 1999). Several factors deter breeders from using landraces or wild relatives of crop in breeding programmes. Curators of gene bank stocks still know very little about the genetic potential of their materials because the evaluations have not been carried out beyond preliminary morpho-agronomic stages. Gene banks often lack the requisite personnel and facilities to conduct further evaluation of conserved stocks. Crossing a commercial variety with primitive landraces or wild species also introduces many undesirable genes into the breeding programme and retards the progress of conventional breeding. Such crosses can also pose technical difficulties due to infertility of hybrids. In addition, most donor funded projects are time bound and recipients of such funds are expected to make impact within a short time. To enhance utilization of gene bank stocks, this paper proposes a genetic evaluation and utilization (GEU) programme that uses an inter-disciplinary approach to crop improvement. Crop-based GEU scientists should be encouraged to work as a team in evaluating germplasm to unearth the full potential of the genetic resources of the crops. Free and efficient exchange of germplasm among the problem-area scientists, such as physiologists, pathologists, entomologists, soil chemists, breeders and geneticists will foster co-operation and sharing of ideas. Data gathered from such joint efforts should be compiled and stored in a common database at gene banks designated as focal points. Computerized data storage will facilitate collection, analysis and retrieval for the benefit of all users. Such a programme will enable breeders and farmers to request for germplasm based on specific queries and be supplied with materials that satisfy a specific need.

The GEU programme for each crop should also include a team of breeders and geneticists responsible for pre-breeding or germplasm enhancement to prepare the exotic germplasm for greater use by other plant breeders. The pre-breeders will conduct artificially directed backcrossing to “clean” the exotic germplasm of all undesirable alleles and package the desired genes into the agronomic backgrounds of elite germplasm. Information on all interesting materials will be shared among users throughout the sub-region for the benefit of all and to avoid duplication of activities. It will be necessary for the crop-based GEU teams to meet periodically for discussions and to plan the way forward by assigning functions to particular scientists on the programme.

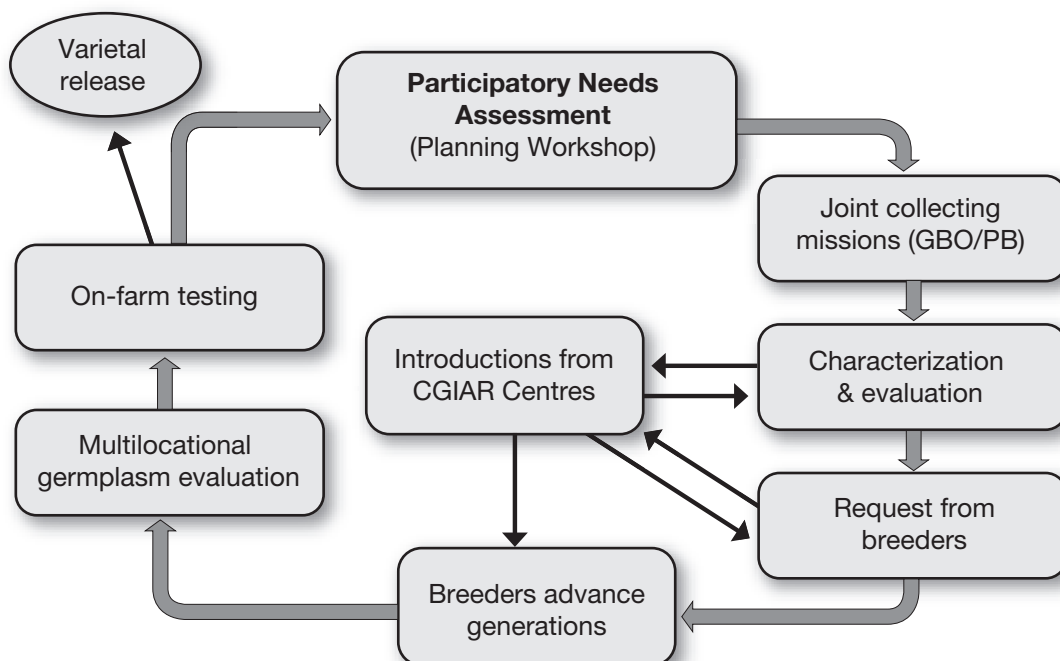


Figure 2: Flow chart of collaboration between gene banks and breeders in Ghana

### **Conservation methods and facilities used in Ghana**

The various organizations listed in Figure 1 use different facilities and methods to conserve PGR. Types of germplasm conserved include (i) introductions from foreign gene banks or private companies, (ii) indigenous, (iii) wild and cultivated crop or forestry species. Three types of storage facilities are commonly used in Ghana. These include: (i) cold storage – deep freezers at  $-20^{\circ}\text{C}$  (PGRC), and cold rooms at  $5^{\circ}\text{C}$  at the Crops Research Institute, Savanna Agricultural Research Institute that stores breeder seed, and the Grain and Legumes Development Board (GLDB) that stores foundation and certified seed; (ii) field gene banks for recalcitrant seeds (seeds that cannot be dried or conserved in cold storage without losing viability). These are conserved by living plants in the field – mostly plantation crops and vegetatively propagated crops like yam, cassava, plantain, cocoyam, forest species and medicinal plants conserved in arboreta in Bunso and Mampong Akwapim; and (iii) tissue culture facilities used for *in vitro* conservation, rapid multiplication and production of disease-free planting materials for farmers. Tissue culture facilities are located in BNARI, UGL, CRIG, OPRI, CRI, FORIG and KNUST.

Table 1: Number of crop varieties released and proposed for release

Crop	Number of varieties released as at 2003	Number proposed for release in 2004
Soybean	6	2
Cowpea	10	2
Groundnut	4	4
Cassava	6	2
Yam	-	5
Plantain & Banana	2	-
Sweet potato	5	4
Rice	1	2
Maize	12	-
Total	46	21

### **Breeding activities and update of released improved varieties**

Landraces are characterized and the extent of diversity determined. They are further evaluated for yield and tolerance to biotic and abiotic stresses. Promising lines are purified and others recommended for on-farm testing on farmers' fields or used as parents during crosses in various breeding programmes. The crosses are advanced to F1 and F2 generations. Selection starts at F2 for self-pollinated crops using either pedigree or modified single seed descent method of selection. From F6 generation the lines are tested at various agro-ecological zones. Three to four promising lines are selected and further tested on farmers fields. Lines selected from on-farm trials are recommended for release to farmers. In cross-pollinated crops like maize, crosses are made between desirable plants. The progenies are evaluated across locations for further selection of best entries. Selected entries are recombined to form experimental lines. In recent times breeders are involved in participatory varietal selection where farmers are setting priorities and objectives, planning, selection and ultimate release of varieties. From the collaboration of local and international gene banks several varieties presented in Table 1 have been released. CRI has released the characteristics of the improved cowpea varieties presented in Table 2. The improved varieties out-yielded the local varieties and they are preferred by farmers. The consequence is that farmers neglect the local varieties, leading to genetic erosion (Esquinas-Aledzar 1993). The CRI has released characteristics of cassava varieties indicated in Table 3. The collaboration between gene banks and breeders in Ghana has resulted in the release of improved varieties with superior yields over the local varieties. This calls for strengthening of the existing collaboration and partnerships, and initiating and maintaining new ones.

Table 2: Characteristics of improved cowpea varieties released by CRI

Variety	Growth habit	Seed colour	Days to maturity	Grain yield (t/ha)
Asetenapa	Erect	Cream	63-70	2.5
Adom	Semi-erect	Dark-red	66-72	2.0
Ayiyi	Erect	White	65-70	2.0
Asontem	Semi-erect	Light red	60-65	1.7
Bengpla	Erect	White	62-67	1.8
Soronko	Semi-erect	Brown	70-80	1.8
Amantin	Semi-erect	Mottled dark red	65-70	1.2
Boafo	Semi-erect	Red	75-85	1.2

\*Adom has high iron content and is suitable for infant weaning food preparation.

Table 3: Characteristics of improved cassava varieties

Variety	Year of Release	Usage	Maturity period (months)	Yield (ton/ha)	% Dry Matter
Afisiafi	1993	Gari, Akple, Kokonte	12	35.0	30
GblemoDuade	1993	Gari, Akple	12	39.0	27
Abasa Fitaa	1993	Fufu, Gari, Akple, Kokonte	12	33.0	30
Local		Gari, Akple Fufu, Kokonte		14.5-18.5	35-40

### **Improving the local seed supply systems**

Local seed systems are dynamic and flexible in many respects with strong and weak points that need to be improved. Building on the local seed system would need analysis of the present situation (participatory need assessment), identification of strengths and weaknesses and outlining strategies to improve on seed supply (Almekinders and Louwaars 1999).

Improving the local systems requires the participation of farmers in evaluating alternative options through local knowledge or technology. The essence of improving the local seed system is to improve food security through seed security, enhancing seed quality, availability and affordability of good quality seed. Seed quality could be improved by (i) the physiological quality (germination vigour), (ii) seed health (absence of seed-borne diseases, analytical quality (percentage of good quality / seed lot and (iii) genetic quality of the seed (varietal purity). These quality aspects can be improved through better seed selection, improved crop husbandry and storage practices. The availability of seed is improved by increase in seed quality and production levels. In Ghana and most sub Saharan African countries, farmers indigenous knowledge has been valued and recognized as a resource for development (Almekinders and Louwaars 2001). Farmers practices and varieties have proven to be better options and well adapted to the local environments. Farmers have adequate knowledge of the seeds and varieties they grow. They are good at selecting varieties for their own use since they can weigh the different requirements at a particular point in time and consider the needs of the household, and how the variety fits into the farming system as well as adapts to their specific environment (Cooper et al. 1998). In some cases different groups of farmers, particularly women have specialized knowledge or preferences (Witcombe et al. 2001). Participatory needs assessments through group discussions elicits farmers' knowledge and experiences and are starting points for analyzing the present situation and identifying constraints to food security (Anon 1996). In West and Central Africa, and Ghana in particular, the use of certified seed from the formal seed sector is less than 10% (Ocran et al. 1999). The bulk of the seeds used by farmers come from informal sources. The informal system should be improved and strengthened.

### **The way forward**

For effective collaboration and partnerships between gene banks, breeders and farmers, there is need to strengthen the involvement of farmers in plant genetic resources for food and agriculture (PGRFA) by organizing seed fairs, on-farm conservation and community seed banks.

A multi-disciplinary approach to further evaluation of germplasm for specific traits should be encouraged and strengthened among stakeholders. Data from different specialists should be collated and stored as a single database at specified gene banks designated as national focal points which could be accessed by stakeholders. There is need to train stakeholders on the best practices of collaboration and partnership at the national and sub-regional levels. New collaborative partnerships should be initiated and existing ones strengthened. Non-governmental organizations and advocacy groups are strongly encouraged to create awareness among the stakeholders on the utilization of PGR.

### **References**

- Adu-Dapaah HK, Sangwan RS. 2004. Improving Bambara groundnut productivity using gamma irradiation and *in vitro* techniques. African J. of Biotechnology. In press.
- Adu-Dapaah HK, Oppon-Konadu, Asafo-Adjei B. 1997. Biodiversity, sustainable agriculture and food security in sub-Saharan Africa. In: Proceedings of the International Seminar on Sustainable rural development in sub-Saharan Africa. 21-25 July 1997, Kumasi, Ghana.
- Akromah R. 2000. Principles of plant genetic resources conservation: Some aspects of a national programme. Ghana Journal of Agric. Science 33: 115-123.
- Almekinders CJM, Louwaars NP. 1999. Farmers seed production: New approaches and practices. Intermediate Technology Publications Ltd, London. WCIB 4HH. UK. pp. 33-60.
- Almekinders CJM, Elings A. 2001. Collaboration of farmers and breeders: Participatory crop improvement in perspective. Euphytica. 122: 425-438
- Anon. 1996. Global Plan of Action for the conservation and sustainable utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture and the Leipzig Declaration. 40 pp.
- Cooper HD, Spillane C, Kermail I, Anishetty MM. 1998. Harvesting plant genetic resources for sustainable agriculture. Plant Genetic Resource Newsletter. 114: 1-8.
- Esquinas-Aledzar. 1993. Plant genetic resources. In: Plant Breeding principles and prospects. Hayward MD, Bosemar NO, Roomagosa J. (eds.) Chapman and Hall, London SE1 811N. pp. 33-52.
- Horton D, Alexaki, Bennett-Lartey S, Brice KN, Camplan D, Carden F, de Souza Silva J, Duong, LT, Khadar J, Maestrey Boza A, Muniruzzaman IK, Prez J, Chang MS, Vernoooy R, Watts J. 2003. Evaluating capacity development experiences from research and development organization around the world. ISNAR, IDRC ACP-EU, CTA . pp. 45-80.
- IBPGR. 1993. A global network of gene banks. Rome, IBPGR.
- Marfo KO. 1997. Plant genetic resources and crop improvement. Bennett-Lartey SO, Akromah R, Gameddoagbao D. (eds.) In: Proceedings of the first Ghana National Biodiversity and Plant Genetic Resources Workshop. 21-24 November 1994 at Koforidua. pp. 41-43.
- Ocran VK, Delmini LL, Asuboah RA, Asiedu EA. 1998. Seed management manual for Ghana. Ministry of Food and Agriculture. Accra Ghana. 60 pp.
- Tuffour K. 1997. Forest genetic resources in Ghana and their potential for improvement. In: Bennett-Lartey SO, Akromah R, Gamedoagbao D. (eds.). Proceedings of the First Ghana National Biodiversity and Plant Genetic Resources Workshop. 21-24 November 1994 Koforidua, Ghana.
- Witcombe JR, Joshi KD, Rona RB, Virk DS. 2001. Increasing genetic diversity by participatory varietal selection in high potential production system in Nepal and India. Euphytica. 122: 575-588.



## **Production de semences forestières et participation des populations rurales: Un partenariat pour une gestion durable des sources de semences**

*D. Poda, B. Belem, A. Nikiema*

*Centre National de Semences Forestières (CNSF), Ouagadougou, Burkina Faso*

### **Résumé**

La production des semences forestières constitue au Burkina Faso comme ailleurs, une activité fondamentale en matière de conservation des ressources forestières et un support aux programmes de reboisement.

La production de semences forestières est assurée au Burkina Faso par le Centre National de Semences Forestières (CNSF), structure spécialisée en la matière, créée depuis 1983.

Les sources de semences sont sélectionnées dans les peuplements naturels. Ces peuplements semenciers sont de plus en plus menacés de disparition non seulement du fait de facteurs climatiques, mais aussi et surtout du fait de facteurs anthropiques.

Il est apparu alors nécessaire pour le CNSF de responsabiliser d'avantage les populations locales à la gestion des peuplements semenciers et de promouvoir la conservation *in situ* des espèces forestières importantes dans les terroirs villageois.

C'est un processus qui, partant d'un diagnostic, a abouti à l'intégration des communautés rurales dans le circuit de production et de diffusion des semences forestières à travers un transfert de compétences techniques à ces communautés.

La durabilité du partenariat entre le CNSF et les populations en matière de conservation des peuplements semenciers, réside des bénéfiques qu'elles peuvent tirer de ces peuplements semenciers. En outre, ce partenariat pourrait contribuer à réduire les coûts de production des semences forestières et faciliter l'accès aux semences des producteurs.

### **La production des semences forestières**

La plupart des pays sahéliens, après les années successives de sécheresse ont développé des programmes et projets de reboisement. Il est apparu alors la nécessité de disposer des semences forestières de bonne qualité et en quantité suffisante pour approvisionner les programmes de reboisement et soutenir les politiques de reconstitution du couvert végétal.

D'une manière générale, la collecte et la diffusion de semences ont toujours été assurées par des institutions spécialisées.

Au Burkina Faso, la production de semences forestières est assurée par le Centre National de Semences Forestières (CNSF) créé 1983. En réponse aux exigences de la production de semences de qualités génétique et physiologique, le CNSF s'est vu obligé de développer des programmes de recherche d'accompagnement aux activités de production de semences portant essentiellement sur la technologie des semences, l'amélioration génétique, la sylviculture, la physiologie, la biologie, les techniques de pépinière.

La planification des récoltes tient compte des besoins et préférences au niveau national et des demandes extérieures.

Les récoltes de semences forestières sont effectuées dans des peuplements semenciers et répondent aux normes techniques telles que définies par l'OCDE.

Les peuplements semenciers identifiés par le CNSF sont localisés soit dans le domaine classé ou non, soit dans les domaines privés. Ils sont soit naturels (boisements naturels, parcs agroforestiers) ou artificiels (plantations). Les superficies des peuplements semenciers sont très variables (de un à plus de 100 hectares).

**Encadré 1:** Le CNSF collecte en moyenne 3,5 tonnes de semences par an

Il diffuse et commercialise les semences au niveau national et international. Ses clients sont les projets de reboisements, les pépiniéristes, les particuliers et les structures de recherche.

En 2003, Il a diffusé et commercialisé 4 058,5 kg de semences repartis comme suit:

- Vente au Burkina: 3463,54 kg ( 85%),
- Vente à l'étranger: 501,62 kg (13%),
- Distribution gratuite pour les besoins de recherche: 93, 34 kg (2 %).

L'examen de quelques aspects de la production de semences forestières par le CNSF met en évidence des difficultés dues à l'insuffisance d'implication des populations locales: La gestion des peuplements présente des réalités totalement différentes selon qu'il s'agit d'espèces de valeur pour les populations ou d'une espèce qui ne fait pas l'objet d'une gestion particulière dans le milieu. Pour les peuplements situés dans des exploitations agricoles où ils sont protégés, les paysans sont plus réceptifs aux mesures de protection. Certaines espèces non habituellement épargnées dans les champs ont besoin d'une protection particulière (*Ziziphus mauritiana*, *Detarium microcarpum*, les acacias, etc.).

Les prévisions de récolte sont parfois difficiles à respecter compte tenu de la compétition qu'il y a entre les populations et le CNSF pour la collecte des fruits d'importance alimentaire ou économique pour ces populations (ex.: *Parkia biglobosa*, *Acacia albida*, *Adansonia digitata*, *Acacia senegal*).

**La gestion participative des peuplements semenciers**

Jusqu'en 1997, le CNSF récoltait les semences forestières dans les peuplements identifiés sans aucune intervention particulière d'aménagement ou de gestion. Il est ensuite apparu que ces peuplements semenciers faisaient l'objet de pressions diverses: destruction des peuplements pour installer de nouveaux champs, feux de brousse, coupe, installations d'agglomérations.

A ces facteurs anthropiques s'ajoutent ceux climatiques et naturels: dessèchement des pieds, vieillissement et mortalité.

Ayant mesuré le risque de disparition de ses peuplements semenciers (surtout naturels), le CNSF, à partir de 1998, a expérimenté une gestion des peuplements semenciers basée sur la responsabilisation et la participation effective des populations locales riveraines, et ce, à travers un projet pilote.

La gestion participative des peuplements semenciers repose sur l'approche gestion des terroirs et l'approche participative.

**Avantages de l'implication des populations à la récolte des semences****Intérêt pour les populations**

Les peuplements identifiés dans un terroir donné appartiennent aux populations riveraines; il leur revient donc de les gérer de manière à en tirer le plus grand bénéfice. Ainsi, les paysans producteurs de semences effectuent les récoltes et revendent les graines au CNSF conformément au contrat qui lie les deux parties. Le peuplement devient alors une nouvelle source de revenus pour les populations.

Les paysans bénéficient d'une formation en techniques de récolte, de préparation et de conservation traditionnelle des semences.

Les paysans producteurs de semences font désormais partie du circuit de production et de diffusion des semences et contribuent de ce fait à une plus grande accessibilité des semences aux petits producteurs

Le contrat constitue une base légale et une garantie pour le paysan.

<b>Encadré 2:</b> Les sources de semences et leur mode de gestion par les populations (résultat d'un projet pilote au Burkina Faso)				
Espèces	Villages	Département	Zone semencière	Organe de gestion
<i>Faidherbia albida</i>	1. Djigo	Dori	1	Comité
	2. Kokologo	Kokologo	4	Comité
	3. Zorkum	Kaya	2	Comité
<i>Acacia nilotica</i> var. <i>ad.</i>	1. Debel	Seytenga	1	Comité
	2. Manga	Manga	4	Comité
	3. Pouytenga	Pouytenga	4	Familial
<i>Acacia senegal</i>	1. Di	Tougan	3	Comité
	2. Kirbou	Segnega	2	Comité
<i>Acacia laeta</i>	1. Bouroum	Bouroum	2	Comité
	2. Sambonaye	Dori	1	Comité
<i>Khaya senegalensis</i>	1. Guenon	Tiébébé	5	Comité
	2. Koyinga	Botou	5	Comité
	3. Tiéfora	Tiéfora	6	Comité
<i>Parkia biglobosa</i>	1. Gnorgho-yanga	Comi-yanga	4	Comité
	2. Ouidi-banembanto	Saponé	4	Comité
	3. Tiakané	Pô	5	Familial
	4. Toussiana	Houet	5	Familial
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1. Dabokitila	Sono	3	Comité
	2. Falagountou	Seytenga	1	Comité
<i>Ziziphus spina-christi</i>	1. Falagountou	Seytenga	1	Comité

Source: Yago, 2000 (modifié)

### Intérêt pour le CNSF

L'accessibilité des sources de semences appartenant à des privés est facilitée compte tenu des nouveaux rapports établis entre le CNSF et les populations locales.

Le coût de revient (considérant seulement les charges directes) des semences est théoriquement réduit.

La pérennité des sources de semences est mieux assurée eu égard à la participation des populations locales.

### Impact sur la conservation des ressources phylogénétiques

L'application de cette stratégie par le CNSF contribue à la conservation *in situ* des sources de semences. La participation des populations locales à l'entretien des sources de semences constitue un gage de gestion plus durable de ces ressources. En effet, les opérations suivantes sont entreprises dans les peuplements par les populations elles-mêmes:

- Délimitation des peuplements,
- Ouverture de pare-feux périmètraux,
- Coupes sanitaires ou de rajeunissement, et
- Enrichissement des peuplements par semis direct ou par plantation.

L'implication des populations à la récolte de semences et à la gestion des peuplements semenciers est une réponse au concept selon lequel pour une bonne gestion des ressources génétiques, il faut allier l'utilisation à la conservation

### **Les mode de gestion**

Les résultats obtenus à partir de deux années de gestion participative des sources de semences font ressortir deux éléments majeurs déterminant la durabilité de la production de semences par les populations locales: la propriété des arbres et la motivation pécuniaire.

**Encadré 3:** Les différents modes de gestion des sources de semences recensés au Burkina Faso dans la mise en œuvre du projet pilote

**La gestion familiale** est apparue plus efficace que la gestion communautaire du point de vue protection pérennisation du peuplement. C'est le cas du paysan de **Tiakane** qui a opéré des semis directs de *Parkia biglobosa* depuis 1981 et entretient sa plantation dans l'objectif d'une production fruitière. Ce type de gestion est plus flexible et plus durable du fait que l'activité résulte de l'initiative du responsable de famille.

La gestion des recettes issues de la vente des semences relève d'une seule personne en occurrence le chef de famille. Ce qui constitue un avantage sur le plan rémunération individuelle.

La **gestion communautaire** est tributaire de l'engagement des membres compte tenu de l'intérêt qu'ils y trouvent. Ainsi à **Sambonaye** dans la zone sahélienne, les membres du comité entreprennent des actions sylvicoles telles les tailles d'entretien des arbres et font des enrichissements dans le peuplement. A **Kirbou** dans la zone Nord Sahélienne, les membres du comité de gestion ont procédé à un enrichissement du peuplement d'*Acacia senegal* par semis direct et interdit la coupe du bois à l'intérieur du peuplement.

Par contre le comité de **Tiéfora** dans la zone Sud Soudanienne accorde moins d'intérêt à la gestion des peuplements de *Khaya senegalensis*. Aucune initiative n'est prise pour améliorer la productivité du peuplement et/ou sa pérennisation. Une des raisons de la non motivation des populations serait que les avantages comparatifs qu'offre le peuplement de *Khaya senegalensis* ne sont pas incitatifs dans la zone.

Les situations où le peuplement s'étale sur plusieurs propriétés privées posent des difficultés de gestion lorsque un ou plusieurs propriétaires refusent d'adhérer au comité. C'est le cas du peuplement de *Faidherbia albida* à Zorkoum (Lac Dem) dans la zone Nord Soudanienne. Les propriétaires non engagés dans l'activité de production de semences, ne participent ni à la récolte ni aux activités de gestion courante du peuplement et peuvent refuser l'accès à leurs arbres.

### **Les contraintes à la responsabilisation des populations locales dans les opérations de production des semences**

Les difficultés de l'utilisation de l'approche participative dans la production des semences sont multiples compte tenu de l'exercice de la responsabilité des activités qui passe de la seule structure de semences aux différents acteurs des programmes de reforestation.

La définition des responsabilités pour chaque acteur demeure une opération délicate où l'accord de toutes les parties est indispensable car la défaillance d'un des acteurs compromet la réussite de tout l'ensemble. Il est souvent admis que la protection des peuplements relève de la responsabilité des populations locales. Celles-ci doivent être conscientes de cette responsabilité et avoir la volonté et les moyens de l'assumer.

L'engagement des acteurs dans la production des semences dépendra de l'intérêt qu'ils ont dans l'activité. Les populations locales manquent souvent de motivation à cause du climat de méfiance qui existe entre elles et l'administration dans bon nombre de pays. Instaurer la confiance entre les acteurs devient alors un préalable nécessaire à la bonne exécution du programme.

Les insuffisances constatées dans l'exécution des contrats sont de divers ordres:

- La faiblesse du marché de semences a pour conséquence des revenus annuels parfois insignifiants à l'échelle individuelle chez les producteurs.

- La qualité requise pour les semences n'est pas toujours respectée par les producteurs, ce qui suggère que les populations ont besoin d'être encadrées techniquement pendant un certain temps.
- Le retard dans le paiement des producteurs par le CNSF.
- Le manque de matériel de récolte adéquat au niveau des producteurs.
- Le manque de confiance des producteurs aux structures étatiques.
- L'aspect conservation des ressources génétiques forestières n'est pas souvent bien compris par les partenaires locaux.

### **Conclusion**

La participation des populations locales à la production des semences est une condition essentielle à une gestion durable des sources de semences dans les pays sahéliens où les systèmes agricoles intègrent l'arbre dans la production. Ainsi, les centres de semences doivent d'abord s'adapter aux réalités socio-économiques et culturelles du milieu avant toute autre considération de rentabilité économique.

### **Références**

- CNSF. 1996. Rôle et perspectives du Centre National de Semences Forestières dans la mise en œuvre des politiques nationales en matière de foresterie. Document de stratégie et d'orientation. CNSF. 24 pp.
- FAO. 1995. Approche participative, communication et gestion des ressources forestières en Afrique Sahélienne. 105 pp.
- Framond de H. 1990. Répertoire de sources de semences Forestières de la zone soudano-sahélienne (Avant-Projet). Programme Régionale de Semences Forestières. C.I.L.S.S.
- Freudenberger K S. 1995. Droits fonciers et propriété de l'arbre et de la terre. Outils de diagnostic rapide. FAO, Rome. 91 pp.
- Goumandakoye M, Bado JB 1991. L'aménagement des terroirs: Concept et Opérationnalisation. CILSS. 86 pp.
- Jensen AM. 2000. Stratégie nationale intégrée de production et de diffusion des espèces ligneuses au Burkina Faso. Projet production de semences et conservation des ressources forestières dans les terroirs villageois. CNSF; Danida Forest Seed Centre.
- Kam de M, Nikiema A. 1996. Projet assistance néerlandaise au Centre National de Semences Forestières. Rapport final. IBN-DLO, IBN Research Report 96/9. 98 pp.
- Nikiema A, Ouédraogo S, Boussim J. 1998. Conservation et utilisation des ressources génétiques forestières. Rapport national du Burkina Faso. Atelier Régional sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne.
- Ouédraogo AS. In: Ouédraogo AS, Boffa JM. 1999. Vers un approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne. Actes du premier atelier régional de formation sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest, Afrique Centrale et Madagascar. 16-27 mars 1998. Centre Nationale de Semences Forestières, Ouagadougou, Burkina Faso; IPGRI. pp 23-39.
- Yago OEL. 2000. Rapport d'évaluation de la première année de collaboration avec les populations locales. Projet pilote "production de semences et conservation des ressources forestières dans les terroirs villageois" (financement danois). CNSF/DFV.



## Gestion de l'aire protégée de Baban Rafi par les communautés rurales locales: Un exemple d'autogestion

M. Gandah, B. Danjimo, A. Toudjani

INRAN, Niamey, Niger

### Résumé

La diversité biologique végétale est l'un des principaux atouts des populations sahéniennes, des pays en voie de développement. Sa protection et son utilisation durable sont devenues des conditions *sine qua non* pour assurer la sécurité alimentaire et lutter contre la pauvreté. Au Niger, les aires protégées, dont celle de Baban Rafi, ont fait l'objet de diverses mesures à cet effet. Après valorisation d'études et expériences sur l'exploitation des massifs forestiers sur sols ferrugineux tropicaux de l'ouest du pays, les 40000 ha de l'aire protégée de Baban rafi ont été aménagés en 22 marchés ruraux et une réserve de la biodiversité. Un système de six blocs par marché est mis en place. La gestion de la diversité biologique a été confiée aux populations riveraines sous la supervision des services techniques: exploitation rotative de bois dans les blocs, système de taxation incitatif et surveillance par les populations bénéficiaires. Aujourd'hui, elle renferme une diversité d'espèces comprenant plus de 179 espèces réparties en 47 familles d'Angiospermes et 2 classes de Bryophytes. Les écosystèmes sont constitués de la forêt basse claire et de galeries longeant les Koris. Plusieurs espèces végétales, très utiles pour les populations riveraines n'existent que dans cette forêt: *Commiphora pedunculata*, *Securidaca longepedunculata*, *Xeroderris stuhlmannii*, *Azalia africana*, *Daniellia oliveri*, etc. En outre, les relevés et l'inventaire de végétation ont permis de préciser les productions mais aussi les contraintes actuelles dont l'insuffisance de la maîtrise des techniques d'exploitation, l'empiètement des terres agricoles sur les aires forestières, l'influence des autorités, les parcours irréguliers, etc.

Les activités programmées par le DMP et ses partenaires visent à améliorer la productivité et les techniques d'exploitation, à contribuer à l'élaboration d'un cadre juridique pour contrôler les influences extérieures pour une gestion durable des ressources génétiques de cette aire.

### Introduction

La sécurité alimentaire est pour la plupart des pays en développement un problème crucial entrant dans le cadre de leur politique de développement. Une des solutions adoptée a été d'accroître la production agricole de quelques cultures par la dissémination de variétés à haut potentiel et assurer les conditions de production. Après une augmentation de la production céréalière mondiale de 8,5% entre 1995 et 1996, au moins 29 pays dont plus de la moitié sont situés en Afrique sub-Saharienne, requièrent une aide avant mi-1997. Williams et al. (2003) signalent que 850 millions de personnes sont sous-alimentées dans le monde.

La réalisation de la sécurité alimentaire implique la maîtrise de la croissance de la population et son maintien à un taux plus bas d'une part et, la diversification des cultures, la conservation et l'exploitation des ressources génétiques d'une plus grande diversité biologique de l'autre (Tao et Anishetty, 1999; IPGRI 2000).

En terme de conservation de la diversité, les aires protégées, quand elles sont bien gérées et exploitées, sont d'importants réservoirs. En effet, la diversité y est plus élevée que dans les zones cultivées et les zones non protégées (Saadou 1990, 1998; Danjimo 1997, 2000) où la flore tend à s'homogénéiser avec élimination d'espèces moins résilientes. Au Niger, des exemples typiques s'observent dans l'aire protégée de l'Air Ténéré où l'on observe *Olea laperinii* (olivier sauvage) et *Cola laurifolia*, *Cynometra vogelii*, *Albizia zygia*, etc. ne se trouvent que dans le Parc du W. Conformément à la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) (Articles 8 et 10), plusieurs aires protégées ou paysages naturels boisés sont aménagés pour générer des revenus aux populations qui y exercent des actions favorables à la régénération du capital productif et à la conservation de la diversité biologique.

L'aire protégée de Baban Rafi constitue un exemple de succès de ces aménagements forestiers où les populations sont responsabilisées dans la gestion. Toutes les autres institutions (ONG, services techniques, projets de développement, recherche) accompagnent les diverses actions des populations pour l'utilisation et la conservation des ressources. En effet, la forêt a été aménagée avec l'appui des services de l'environnement, en 1993 par Care International, puis 1997 par le Projet Energie Domestique II et en 2003 par le Projet d'Aménagement des Forêts Naturelles. Ces services et projets définissent les normes techniques d'exploitation et proposent un plan d'aménagement qui est exécuté par les populations riveraines du massif forestier. Plusieurs avantages sont tirés de cette gestion notamment les revenus générés par la vente de bois énergie, les sous-produits non ligneux procurés par la forêt et surtout une protection plus efficace des espèces rares qui sont moins soumises à des prélèvements abusifs. Ce document présente les potentialités, la gestion de la forêt par les populations, les avantages tirés et les perspectives relatifs à la gestion communautaire de la forêt protégée de Baban Rafi.

### **Présentation de la zone**

L'aire protégée de Baban Rafi se situe entre 13° - 3°20' N et 6°40-7°E, dans la région de Maradi au Centre Sud du territoire du Niger (Figure 1). Le climat est également de type sahélien à saison sèche longue d'au moins 7 mois et une pluviosité de 533 mm pour une ETP de plus de 2160 mm/an (DMP 2003).

A son classement, la forêt couvrait 80 000 ha (1962), 40 000 ha en 1992 (Care International, 1993) et 36 000 ha en 2002, (PAFN 2003). Elle est pratiquement enclavée dans les champs dans ses limites est, nord et ouest. La forêt comprend une zone tampon ou front agricole.

La population riveraine est d'environ 76 000 habitants soit 111 habitants au km<sup>2</sup> (RGPH 2001). Elles pratiquent l'exploitation du bois de la forêt, l'agriculture (sous pluie et en décrue le long des cours d'eau qui traversent la zone) et l'élevage avec un cheptel d'environ 41 000 UBT. Toutes ces activités ont des effets influençant la forêt comme la zone tampon autour de la forêt qui est déjà mise en culture. La partie nord montre un stade avancé de déboisement et de dégradation de la végétation.

### **Les marchés ruraux de bois et la gestion communautaire de la forêt**

#### **Historique**

Au cours des années 1960 à 1980, le domaine forestier naturel de l'Etat était protégé par des lois et un personnel des services forestiers très répressif. Cependant, les besoins des populations cherchant terres de culture ou bois à vendre se sont fait de plus en plus pressants. Seuls le parc national du W et la réserve naturelle de l'Aïr Ténéré étaient suffisamment protégés. Dès les années 1980, avec le Projet Utilisation des Sols et des Forêts, la gestion du domaine forestier de l'Etat a commencé à être revue avec notamment l'aménagement de la forêt classée de Guesselbodi à partir de 1981 puis celles de Gourou bassounga, Faira, etc. (Mahamane et Montagne 1997).

Mais ce type de gestion n'a pris de l'ampleur que dans les années 1990 avec les expériences du PED II qui a précisé les besoins en bois énergie des principales agglomérations du pays (2 à 3 millions de tonnes dont 87% sont satisfaits par les massifs forestiers) et tracé un schéma directeur de leur approvisionnement en bois. Ces besoins en bois constituent une contrainte à lever nécessairement pour éviter la destruction pure et simple des ressources biologiques végétales du pays. La mise en œuvre de la stratégie énergie domestique (SED) vise la pérennisation de la fourniture du bois par l'environnement tout en assurant la conservation, l'implication et la responsabilisation des populations dans la gestion, et rendre plus efficiente l'action des pouvoirs publics dans le domaine forestier. En 1994, les prévisions nationales étaient la création de 330 marchés ruraux de bois autours des différentes formations forestières du pays (Mahamane et Montagne 1997). Une ordonnance 92-037 du 21 août 1992 régit ces marchés ruraux.

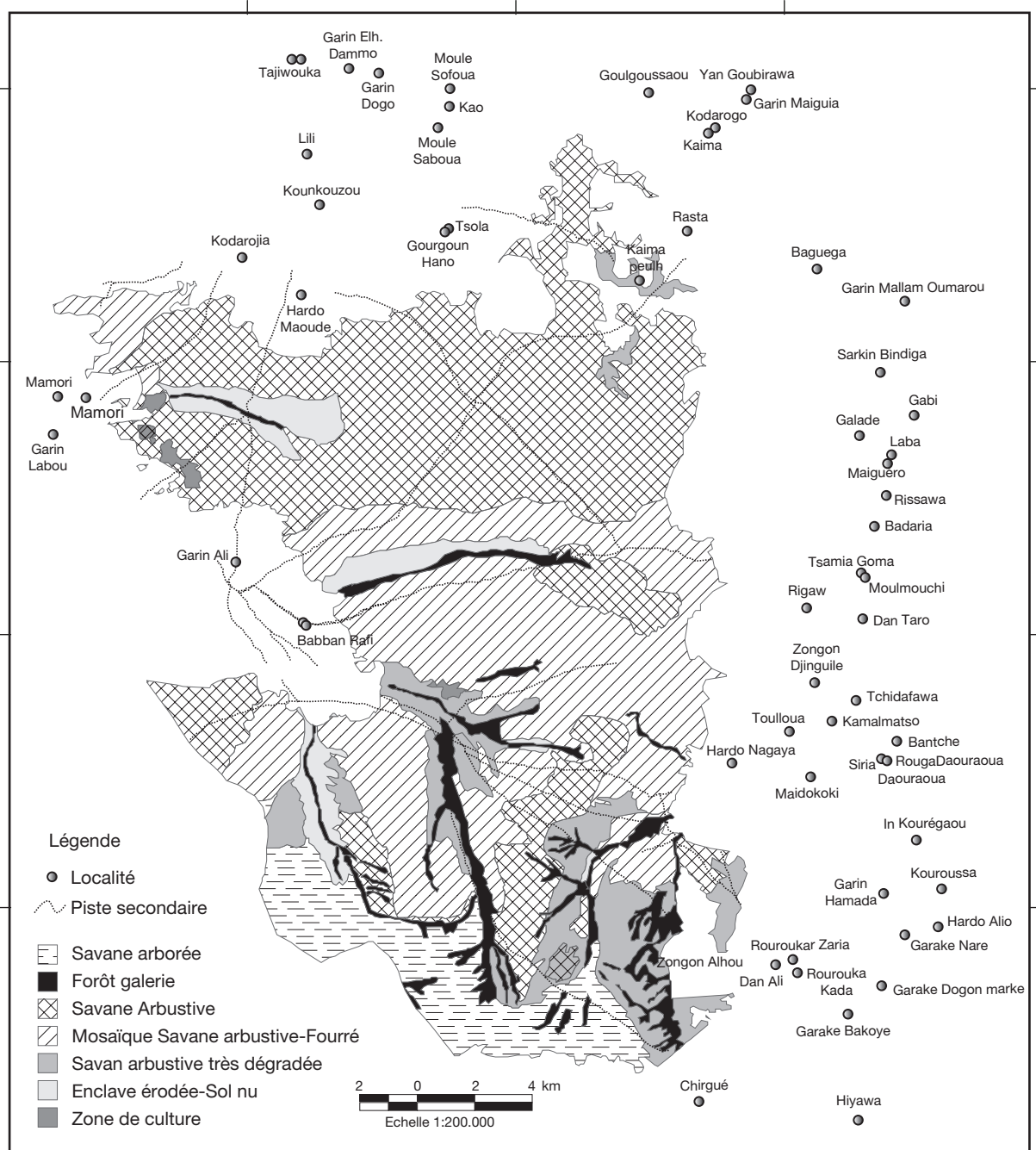


Figure 1: Constitution de la réserve forestière de Baban Rafi

### Mise en place du marché rural (MR) et fonctionnement

L'idée originale est que la ressources naturelles ne saurait être mieux utilisées ou gérées que par les populations locales. La création des MR procède d'une démarche longue:

- une bonne information des populations riveraine du site;
- des entretiens avec les différents villages, diagnostic socio-économique (disponibilité des bûcherons, développement de la filière, activités pastorales, position foncière, etc.);
- des négociations avec les populations pour l'élaboration du parcellaire, inventaire des ressources et productivité;
- identification des villages devant faire partie des MR, mise en place des structures locales de gestion (gestionnaire, trésorier et président) et formation des acteurs;
- constitution du dossier d'agrément par les autorités;

- suite à ces étapes, l'Etat octroie un acte de concession rurale qui donne les droits d'exploitation et gestion de l'aire aux populations ayant fait la demande (Mahamane et Montagne 1997).

Il s'agit donc d'évaluer les ressources et leurs potentialités, aider à la mise en place des structures locales de gestion (SLG) dont les animateurs doivent être formés. En effet, les SLG ont l'obligation morale de fournir la quantité de bois basée sur le quota de coupe prédéfini et qui doit être contrôlé par les services techniques à travers les coupons de vente.

Après sa mise en place, le MR comprend:

- un gestionnaire qui doit répondre à la demande de bois en octroyant aux bûcherons le permis de couper une quantité spécifiée de bois. Ces coupes sont soumises à des normes notamment sur les espèces autorisées. Généralement, au Niger, ce sont *Combretum micranthum*, *C. nigricans*, *Guiera senegalensis*. Lorsqu'elles sont abondantes dans la zone, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum*, *Boscia senegalensis*, *B. angustifolia*, *Lannea* spp. peuvent être exploitées. Toutes les autres espèces sont exclues des coupes (sauf si les plants sont morts) et, du fait de la restriction des interventions dans l'aire, bénéficient de meilleures conditions de conservation *in situ*. Les bûcherons sont formés et sensibilisés sur les normes adoptées.
- le trésorier assure la gestion financière du marché et répartit les recettes collectées entre les différents bénéficiaires (bûcherons, caisse villageoise, Etat, etc.).
- le Président dirige le marché et s'assure de sa cohésion en gérant les conflits
- les bûcherons qui assurent les coupes selon les normes techniques définies pour la parcelle.

A Baban Rafi, les MR sont des coopératives qui s'associent en fédération dont le bureau est chargé de synchroniser les activités des différents membres. Il discute également avec les interlocuteurs extérieurs des questions relatives à la gestion de l'aire.

Le fonctionnement se fait avec l'appui constant des services de l'environnement qui maîtrisent les techniques de coupes, les quotas à prélever par parcelle, les actions de récupération des terres par divers ouvrages et les plantations et ensemencement avec des herbes utiles. En outre, tous les programmes annuels sont effectués avec leur appui, et ils veillent à la répartition régulière des recettes ainsi que le respect de toutes les mesures. En plus des contrôles effectués par les SLG, les agents des eaux-et-forêts contrôlent les coupons d'achat et de transport de bois pour la détection des éventuelles fraudes.

### **Potentialités de la forêt de Baban Rafi en 2003**

La forêt a fait l'objet d'inventaire de bois énergie et autres études de végétation, fonctionnement hydrique, pédologique, etc. Il s'agit de plusieurs actions engagées en même temps par divers partenaires notamment le PAFN, DMP, Projet Aide à la Décision, et l'AGRHYMET. Baban Rafi abrite les écosystèmes suivants:

- les galeries forestières de fourrés à *Acacia erythrocalyx*, *A. ataxacantha*, *Combretum micranthum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Pterocarpus erinaceus*, etc. Elles sont généralement hautes et denses et localisées le long des ruisseaux de la partie sud de la forêt.
- les fourrés, constituant les brousses tigrées types, sont les plus répandus. Ils alternent généralement avec des parties moins boisées mais plus réduites à *Guiera senegalensis*.
- Les steppes arbustives à *Guiera senegalensis* surtout dans la zone Nord mais aussi sous forme d'enclaves plus ou moins vastes dans la partie Sud.

La forêt protégée de Baban Rafi comprend une flore d'au moins 179 espèces dont une grande partie est unique à cette forêt. En effet, tous les arbres soudaniens qu'on y trouve n'existent plus dans les régions environnantes. On peut citer *Azelia africana*, *Daniellia oliveri*, *Xeroderris stuhlmannii*, *Commiphora pedunculata*, *C. papyrifera*, etc. Il en est de même pour les lianes et les herbacées. Trois espèces y ont été recensées pour la première fois dans la flore du Niger:



*Kampferia aethiopica*, *Trochomeria macroptera* et *Commiphora papyrifera*.

La forêt de Baban Rafi héberge également une grande diversité faunique sauvage soit 25 espèces de mammifères, 350 d'oiseaux et une dizaine de reptiles.

Au niveau des productions de cette forêt, PAFN (2004) estime à 7,784 stères par hectare de bois exploitable soit 280 000 tonnes de bois exploitable pour une régénération de plus 20000 tiges/ha (DMP 2004). La production herbacée est de 0,535 t/ha soit une production de près de 20 000 tonnes qui, ajoutée aux sous-produits agricoles et fourrages aériens, constituent un stock de 47 000 tonnes de fourrage. Le cheptel estimé à 40 500 UBT a besoin de 73 000 tonnes de fourrage d'où un déficit de 26 000 tonnes qu'il faut mobiliser sans détruire les ressources de la forêt.

Il y a une forte hétérogénéité dans les différentes productions du fait de la multitude des stations écologiques et des variations de surface auxquelles sont sensibles les jeunes plants et les herbes. Cependant il apparaît nettement que les caractéristiques de la végétation sont différentes entre les 3 parties de la forêt protégée. Le Nord se caractérise par une densité, une production herbacée et des rejets de souches assez élevés; le Sud par une densité et une production herbacées moins élevées mais plus de tiges exploitables; tandis qu'au centre c'est la régénération par graine qui est plus élevée. Il faut noter ici qu'il s'agit de données de la saison des pluies, la mortalité des jeunes sujets est importante au cours de la saison sèche. L'explication de la disparité entre les différentes parties de la forêt repose sur les conditions édaphiques, le Nord est plus sableux que le Sud et le centre où la végétation a tendance à se contracter tout en étant plus productif (Ichaou et D'Herbès 1997). En outre le Nord est plus sujet aux incursions et aux coupes frauduleuses accentuant la pression sur la ressource ligneuse.

### **Avantages de la gestion communautaire**

#### **Conservation d'une grande diversité**

Le nombre assez élevé d'espèce s'explique essentiellement par les effets de la conservation par les populations elles-mêmes. Cela est d'autant plus facile lorsqu'elles comprennent le rôle que joue la forêt et l'intérêt qu'elles peuvent tirer de sa gestion.

La densité de la végétation, la quantité de bois exploitable et la régénération y sont meilleure dans cette forêt comparée à celle des autres du pays (Figure 2), mais les souches y sont moins nombreuses que dans les autres formations. Cette conservation communautaire est plus adéquate car plus favorable à la manifestation de la diversité. Dans deux forêts similaires, celle de Chabaré qui est une forêt protégée, et celle de Korghom qui est une formation naturelle, toutes sont soumises aux intrusions des populations et au manque de surveillance par les agents de l'Etat.

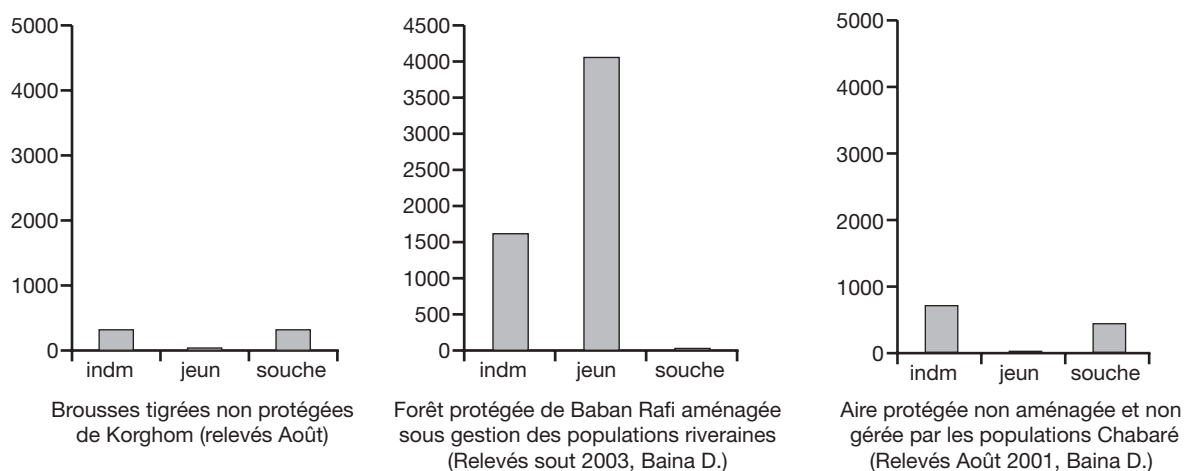


Figure 2: Caractérisation de la végétation de 3 formations végétales à Korghom (13°28' N et 8°14'E), Baban Rafi (13°-13°16 N et 6°50'E) et Chabaré (13°44' N et 8°12'E): indm = plants de plus de 50 cm, jeun = plants de 1-3 ans de moins de 50 cm et souche = plants de plus de 3 ans et inférieurs à 50 cm.



### Avantages tirés

Ils comprennent les divers produits alimentaires, pharmaceutiques en plus des revenus principalement de l'activité de vente de bois.

### Sécurité alimentaire

Il n'existe pas de données statistiques relatives à volet mais on note un grand nombre d'espèces à usage alimentaire sous forme de feuilles, fruits et tubercules. Saadou et Garba (1997) ont répertorié de plus de 110 espèces ligneuses ou herbacées alimentaires. On peut citer les feuilles de *Ceratotheca sesamoides*, *Corchorus tridens*, *C. olitorius*, *Adansonia digitata*, etc. utilisées dans les sauces. Le tamarin, le néré, les fruits de *Detarium microcarpum* sont également des produits d'utilisation courante. D'autres espèces rares comme *Raphionacme daronii*, produisent un tubercule très consommé.

La collecte de la gomme de diverses espèces est aussi une activité génératrice de revenu tout en ayant un caractère alimentaire. Les gommes récoltées sont consommées ou vendues. Parmi les espèces productrices de gomme *Combretum nigricans*, *Acacia seyal*, *A. sieberiana* sont les plus fréquentes dans les zones inondables des cours d'eau de la forêt.

Aux périodes de chasse autorisée, les populations ont accès à la viande des animaux sauvages de la forêt protégée avec environ 385 espèces animales.

L'apiculture est pratiquée par installation de ruches traditionnelles principalement dans la zone agricole bordant la forêt.

L'exploitation du bois énergie dont la vente génère des revenus (soit 186 millions de FCFA entre 1997 et 2002) demeure la principale activité. L'affectation des revenus générés est décidée dès l'élaboration de la convention de concession de la forêt, entre les acteurs concernés: SLG, bûcherons, Etat, Présidents de la coopérative et de la fédération, actions de restauration du capital productif végétal de la forêt (paillages, plantations, constructions d'ouvrages de CES/DRS) et de la zone agricole. Pour un stère vendu à 1600 FCFA, la répartition est la suivante:

- Caisse villageoise: 250 frs
- Taxes: 350 frs subdivisés en deux parties égales: 175 pour le village (dont 40% pour le fond d'aménagement et 60% pour le village) et 175 pour l'Etat
- Bûcherons: 750 frs
- Fédération: 100 frs
- Gestionnaire: 100 frs
- Président: 50 frs

Cela permet aux populations de faire des investissements au profit de leurs villages et mener des actions concourant davantage à la sécurité alimentaire et à leur bien-être. Au titre des réalisations provenant des recettes, on peut citer plusieurs infrastructures comme des banques d'intrants, des banques céréalieres, constructions de classes et de puits. Il y a également des appuis aux initiatives féminines à travers l'octroi de petits crédits pour assurer l'embouche.

On peut enfin constater que l'importante diversité biologique observée au niveau de la forêt est le résultat de l'appropriation par les populations de la gestion de la forêt.

### Bilan de la phase 1997-2003 et contraintes à lever

Cette phase a concerné l'exécution du dernier plan d'aménagement et de gestion communautaire de la forêt protégée de Baban Rafi. Les inventaires effectués ont montré une baisse nette de la production de 8,320 stères à 7,784 stères par hectare (Figure 3), soit un écart d'exploitation 3038 stères à l'échelle de la forêt.

Plusieurs facteurs ont été identifiés pour expliquer cette réduction des performances: "la pression pastorale qui s'est considérablement accrue de 9075 UBT en 1993 à 40514 UBT (PAFN, 2003). Cette pression pastorale signifie un déficit fourrager de 28 000 t et constitue un facteur pouvant influencer négativement les ressources forestières. Des implantations irrégulières de campements pastoraux, des pacages excessifs, et des prélèvements sévères et irréguliers sur certaines espèces à faibles valeur fourragères, ont été observés (DMP 2003).

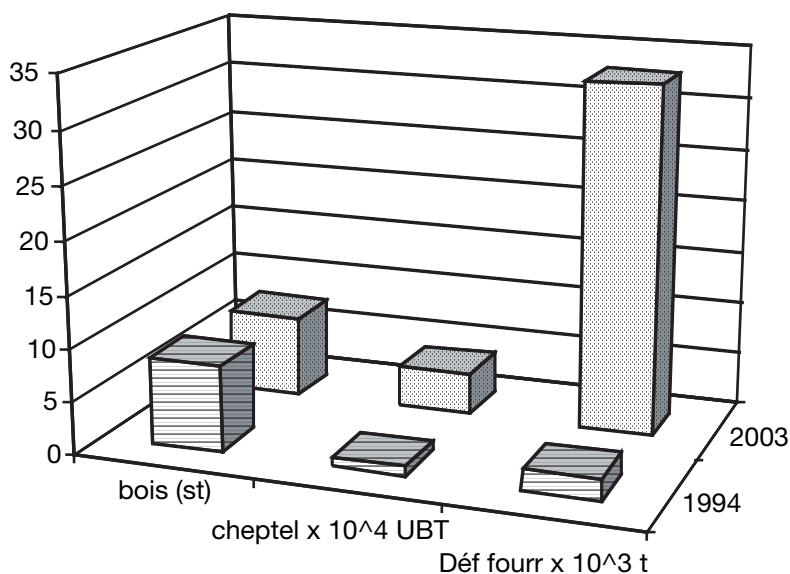


Figure 3: Gestion de la forêt aménagée

Le non-respect des normes de coupes malgré les contrôles (hauteur de coupe, quotas, etc) entraîne des effets adverses sur des espèces comme le *Combretum nigricans* et la productivité en bois.

Plusieurs des actions, de maintien et d'amélioration du capital productif végétal de la forêt, ne respectent le fonctionnement des brousses tigrées en ce sens que tous les impluviums sont systématiquement récupérés perturbant ainsi le fonctionnement hydrique des écoulements et l'alimentation en eau des bandes boisées.

L'exploitation agricole des terres constitue aussi une contrainte majeure. Pratiquement tous les MR ont mis en valeur leur zone tampon, dite front agricole qui a augmenté de 5000 ha entre 1993 et 1999.

### Perspectives

La gestion communautaire des ressources forestières de Baban Rafi est un exemple de réussite de l'utilisation durable des ressources naturelles. La diversité biologique se conserve mieux que dans les zones non contrôlées par les populations: 179 espèces végétales, 385 espèces animales et des biotopes assez bien conservés procurent divers avantages aux populations locales. Cela les motive davantage et lorsqu'elles sont impliquées, les populations assurent plus efficacement certaines tâches dévolues jadis à l'Etat. Sur les contraintes relevées, le DMP et ses partenaires intervenant dans la forêt, se proposent de:

- identifier de manière précise les potentialités et les ressources de la forêt;
- proposer des techniques de gestion durables des espèces forestières et animales en particulier pour les espèces à faible pouvoir de régénération;
- proposer des modes de vie alternatifs permettant aux populations de réduire la pression sur les ressources forestières;
- contribuer à la formation des partenaires sur les méthodes de gestion et l'évaluation des actions de protection de l'environnement.

Cela nécessitera un partenariat et une complémentarité entre plusieurs acteurs tels que:

- Le Projet Aménagement des Forêts Naturelles (BAD) sur des aspects complémentaires tels que: les quantités de bois exploitable, les espèces à planter, la gestion des impluviums et l'implication des acteurs sociaux et administratifs dans exploitation des terres;
- Le Projet d'Aide à la décision (DGCD Belgique): pour l'utilisation des photos satellites dans la gestion de l'environnement et la mise au point d'outils d'aide à la décision et la formation des partenaires locaux;

- Le projet GEF trans-frontalier Niger-Nigeria pour la gestion des ressources naturelles trans-frontalières;
- Projet AFORNET sur l'économie des modes de gestion des forêts;
- Le Projet Promotion de l'Initiative et Innovation Paysanne II (FIDA, Bioversity): sur les méthodes participatives de gestion des ressources phytogénétiques;
- Les ONG, et associations intervenant dans la zone.

## Références

- Tao KL, Anishetty NM. 1999. Plant genetic resources and sustainable agriculture. In: Sustainable agriculture solutions. Ed. The Novello Press LTD London: 199-200.
- William O et al. 2003. Improving productivity and livelihoods benefits of crop-livestock system through sustainable management of agricultural biodiversity in the semi-arid tropics. Beyond the gene horizon. Sustaining agricultural productivity and enhancing livelihoods through optimisation of crop and crop-associated biodiversity with emphasis on semi-arid tropical agrosystems. Proceeding of a workshop 23-25 September 2002, Pantacheru, India: 153-164.
- IPGRI. 2000. Diversity for development- Ed. IPGRI. 58 pp.
- Saadou M. 1990. Flore et végétation des milieux drainés à l'Est du fleuve Niger. Thèse.
- Saadou M. 1998. Eléments constitutifs de la biodiversité. Rapport scientifique de consultation au CNEDD. 130 pp.
- Danjimo B. 1997. Contribution à l'étude floristique et écologique des formations naturelles et des agrosystèmes au sud du Département de Dosso (Niger). Mém. DEA de Scie. Biol. Appl., Option Biol. et Ecol. Vég. Univ. De Ouagadougou, Burkina Faso. 67 pp.
- Danjimo B. 2000. Contribution à l'étude floristique, écologique et phytosociologique de la végétation de la forêt classée de Gourou Bassounga et des milieux cultivés adjacents. Thèse de 3e cycle en sciences biologiques, Université Abdou Moumouni de Niamey. 153 pp.
- DMP. 2004. Rapport d'activité 2003.
- Saadou M, Garba M. 1997. Etude sur l'intégration des objectifs nutritionnels de la foresterie dans la sécurité alimentaire au Niger. Rapport scientifique de consultation à la FAO.
- Mahamane LE, Montagne P. 1997. Les grands axes stratégiques du projet énergie II. Volet offre pour une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers péri-urbains au Niger. In: D'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Ed John Libbey Eurotext.: 155-168.
- Montagne P, Housseini M, Sanda LO. 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger: le mode de développement. In: D'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Ed. John Libbey Eurotext.: 169-184.
- Montagne P. 1997. Les marchés ruraux de bois-énergie au Niger: outils de développement rural local. In: D'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Ed. John Libbey Eurotext.: 185-2002.
- Peltier R, Lawali EM, Montagne P. 1994. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 1e partie-le milieu: potentiel et contraintes. Bois et forêts des tropiques n° 242:59-76.
- Peltier R, Lawali EM, Montagne P. 1995. Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. 2e partie-les méthodes de gestions préconisées. Bois et forêts des tropiques n° 243: 5-21.
- Projet Aménagement des Forêts Naturelles du Niger. 2004. Plan actualisé d'aménagement de la forêt de Baban Rafi sud- période 2004-2012. 133 pp.
- Ichaou A, D'herbès JM. 1997. Productivité comparée des formations structurées et non structurées dans le Sahel nigérien. Conséquences pour la gestion forestière. In: D'Herbès JM, Ambouta JMK, Peltier R. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Ed John Libbey Eurotext.: 119-130.
- UICN, 1999. Parks for diversity. Policy guidance based on experience in ACP countries. UICN publications service unit. 119 pp.

## Le fonio: Un regain d'intérêt en Afrique de l'ouest

T.A. Diallo

*Institut de Recherche Agronomique de Guinée*

### Resumé

Le fonio est largement cultivé dans la plus part des pays de l'Afrique de l'Ouest. La Guinée où l'on rencontre la plus grande diversité variétale en est le plus grand producteur. Dans les pays bénéficiaires de l'appui du projet CFC « Amélioration des technologies post récolte du fonio », 10 variétés ont été sélectionnées et décrites. Ces variétés répondent aux exigences édapho climatiques de la région, et ont des rendements variant de 700 à 1250 kg/ha.

Le fonio est recherché aussi pour ses qualités nutritionnelles, forte teneur en acides aminés : méthionine et cystine. Il constitue de nos jours un aliment de base pour les populations rurales, un plat d'honneur et un repas de luxe pour les cérémonies; c'est aussi un aliment diététique.

Il existe 3 formes de préparation de fonio et plus d'une vingtaine d'anciennes et nouvelles recettes culinaires inventoriées par le projet dans la sous région.

Sur le plan de la commercialisation, le fonio est vendu sous deux formes : paddy et décortiqué. Dans la sous région la Guinée est le plus grand exportateur de fonio. De 2002 à 2003 elle a exporté près de 800 tonnes vers le Sénégal, le Mali et la Guinée Bissau, et 10 à 20 tonnes de fonio précuit vers les Etats Unis.

Pour répondre aux préoccupations des utilisateurs (transformateurs, commerçants, ménagères...), les équipes techniques du projet a mis au point des batteuses des décortiqueuses à fonio et plusieurs équipements de nettoyage : canal de vannage, crible rotatif, dé sableur etc. Ces équipements sont testés dans les zones rurales et dans les petites entreprises de transformation au Mali, au Burkina et Guinée. Des résultats assez intéressants ont été obtenus, mais des efforts restent cependant à fournir pour la mise à disposition des utilisateurs de ces technologies.

### Introduction

Le fonio (*Digitaria exilis* Staff) est l'une des céréales millénaires les plus anciennement connues des populations de la sous-région ouest Africaine. Cultivé en zone semi-aride, sa résistance exemplaire à la sécheresse et son aptitude de pousser sur des sols pauvres en font une culture de soudure par excellence. Produit auparavant en quantité importante, il a subi, à cause de sa transformation très difficile, un véritable déclin dans sa production jusqu'à occuper une position marginale dans le système de culture de la plupart des pays.

La mécanisation des opérations culturales et surtout de post-récolte a ouvert aujourd'hui de nouvelles perspectives pour mieux le valoriser sur le marché urbain où il est bien apprécié. Le fonio qui a été longtemps considéré comme une céréale mineure, la « céréale du pauvre » connaît de nos jours un regain d'intérêt en zone urbaine en raison des qualités gustatives et nutritionnelles que lui reconnaissent, les consommateurs. Spontanément et avec l'appui des autorités locales et de diverses organisations non-gouvernementales, de nouveaux produits à base de cette céréale et de nouveaux circuits de commercialisation émergent.

Pour rendre le fonio plus compétitif en terme de qualité et de prix, il est indispensable d'améliorer les techniques de transformation en modernisant les équipements existants et en concevant de nouveaux matériels. C'est pour répondre à ces préoccupations que le projet « d'amélioration des technologies post-récolte du fonio » a été lancé. Il a été financé par le CFC (Fonds Commun Pour les Produits de Base). Placé sous l'égide de la FAO, ce projet régional associe les instituts de recherche du Mali, Instiut d'Economie Rurale (IER), de la Guinée (IRAG, Institut de Recherche Agronomique de Guinée) du Burkina Faso (IRSAT, Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologie) et le CIRAD qui en est l'agence d'exécution.

Le projet avait pour objectif global de stimuler la commercialisation et la consommation du fonio grâce à l'amélioration des technologies de transformation par des petites entreprises ou de groupements d'opérateurs. Les activités de ce projet étaient axées sur l'ensemble des opérations intéressant les séquences de la filière (matériel végétal, battage, décorticage et nettoyage). L'analyse des caractéristiques technologiques ainsi que l'étude de la consommation et de la commercialisation du fonio ont été également des aspects importants abordés dans le cadre de ce projet.

### **Le fonio, sa production et sa dispersion géographique**

La Guinée est considérée comme le centre de dispersion primaire du fonio où on rencontre les plus grandes superficies cultivées (65%). De là, le fonio a conquis des espaces couvrant 15 pays de l'Afrique Occidentale et Centrale incluant la zone Bantou à travers les contacts et les mouvements de société.

En Guinée on cultive le fonio dans tout le pays excepté la zone de Conakry. Il occupe entre 14–17% des superficies emblavées sur le plan national où il vient en deuxième position après le riz. La production actuelle est estimée à 104000 tonnes/an et la dynamique dans les 5 dernières années montre une tendance à la hausse de 10%.

L'objectif du Gouvernement guinéen est de réaliser une augmentation annuelle de 3% afin de porter cette production à 120.000 t/an; ceci dans le but de réduire l'importation croissante du riz et d'assurer la sécurité alimentaire des populations.

Sur le plan de la production on rencontre une gamme riche et variée des formes cultivées de cette plante appartenant à 2 genres: *Digitaria* (plus répandu) et *Deflexa* (moins répandu) avec un cycle variant entre 70 à 150 jours.

### **Importance variétale du fonio**

Les auteurs s'accordent que c'est en Guinée, sur les hauts plateaux du Fouta Djallon que pousse le plus grand nombre des formes de cette plante.

Les variétés utilisées sont très diverses: hâtives et semi-tardives en régions Soussou et Malinké; semi-tardives et tardives en région Peulh et selon la destination de la production.

L'IRAG a entrepris une étude de caractérisation des différentes formes de fonio cultivées en Guinée. De 1989 à 1993, 160 entrées de fonio issues des quatre régions naturelles ont été collectées et étudiées au Centre de Bareng. A l'issue des observations et des criblages effectués, 46 variétés ont été identifiées et constituent la collection de base de l'IRAG. Une classification tenant compte du cycle et du rendement des variétés de cette collection a été effectuée comme suit:

- 16 variétés extra précoces (70–85 jours et 500–1000 kg/ha);
- 15 variétés précoces (85–100 jours et 800–1500 kg/ha);
- 15 variétés semi-tardives (100–120 jours et 1500–2500 kg/ha).

Tableau 1: Rendements des 10 meilleures variétés de fonio

N°	Variétés	Origine géographique	Cycle (jours)	Rendements (kg/ha)
1	Fonhon 3	Mali	99	1250
2	Dieni	Mali	109	1100
3	Gbèlè-Gbèlè	Guinée	111	1083
4	Hothia	Guinée	111	1016
5	Dalaman	Guinée	112	1000
6	Tama	Mali	98	917
7	Pongon 4	Mali	108	900
8	Kansambalan	Guinée	110	900
9	Prépéazo	Mali	111	867
10	Gblimbè	Guinée	107	783



A cette collection de base de l'IRAG, le projet CFC, dans son volet catalogage de variétés a recommandé la conduite et le suivi des collections de fonio des institutions partenaires du Mali et du Burkina Faso en Guinée. Ainsi une étude de caractérisation a été réalisée sur 60 entrées de fonio regroupant le fonio du Mali et de Guinée. Un criblage portant sur le rendement, le cycle, l'adaptabilité à la variation écologique et la résistance aux facteurs dépressifs (ennemis, maladies, intempéries) nous a permis de sélectionner 15 variétés qui se sont révélées les plus intéressantes.

Tableau 2: Valeur nutritive du fonio comparée aux autres céréales

Céréales	Energie (Kcal)/100g	Hydrate de carbone (g/100g)	Protéine (g/100g)	Vit B1 (mg/100g)	Vit B3 (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Fer (mg/100g)
Mil	341	71,6	10,4	0,3	1,7	22,0	20,7
Sorgho	340	74,0	9,4	0,25	3,7	45,0	8,8
Mais	357	73,6	9,4	0,33	2,2	16,6	3,6
Riz décortiqué	346	79,8	7,0	0,17	5,4	6,0	2,4
Blé	322	69,5	11,6	0,32	4,5	35,0	3,1
Fonio	332	74,4	7,1	0,24	1,9	40,0	8,5

Le but fondamental de cet essai est d'identifier 5 à 6 variétés les plus performantes pour la sous région que l'on proposerait aux producteurs, transformateurs, commerçants et consommateurs.

Les 10 meilleures variétés selon le cycle et le rendement sont présentées au tableau 1: Parmi les 10 variétés les plus intéressantes, les deux Maliennes (Fonhon 3 et la Dieni) ont été les plus productives (1250 et 1100 kg/ha) avec une longueur de cycle autour de 3 mois et 10 jours. Elles sont suivies par 3 variétés d'origine guinéenne (Gbèlè- gbèlè, Hothia et Dalamane) avec environ 1000kg/ha pour un cycle de 111 jours.

Il faut souligner que ces variétés en compétition on l'avantage d'appartenir à diverses origines écologiques donc ayant une plasticité acquise pour s'adapter aux zones agricoles les plus variées. Les variétés d'origine malienne sont issues de 4 régions naturelles (Sikasso, Mopti, Ségou et Bougouni) et celles de la Guinée ont été collectées des régions de la Basse Guinée, de la Moyenne Guinée, de la Haute Guinée et une partie de la Guinée Forestière.

Il s'agira enfin d'élaborer un catalogage de ces variétés, de les multiplier et de les diffuser au niveau des producteurs avec l'appui des projets, ONG et autres services de vulgarisation.

### ***Le fonio, une céréale de bonne qualité nutritionnelle***

Le fonio est globalement plus pauvre que les autres céréales en protéines mais il est réputé pour ses fortes teneurs en acides aminés essentiels: méthionine et cystine. En Afrique, il est traditionnellement recommandé aux diabétiques, aux personnes souffrant de surpoids et aux femmes enceintes. Aujourd'hui, il est prescrit comme aliment diététique pour certains convalescents. Sa valeur nutritionnelle est indiquée dans le tableau 2.

### ***Le fonio, un aliment très présent dans l'alimentation des citadins***

Le fonio constitue de nos jours, plus qu'un aliment de base pour les populations rurales, un plat d'honneur, un repas de luxe lors des cérémonies religieuses, les fêtes, et à l'occasion des visites des hôtes de marque.

Bien que souvent plus cher que les autres céréales (riz, maïs, sorgho, mil), le fonio est consommé en zones urbaines au sein des ménages et hors ménage par la majeure partie des citadins.

Les enquêtes de consommation dans les capitales des trois pays (Guinée, Mali, Burkina Faso) ont précisé que 12% des consommateurs selon les villes déclarent en consommer plusieurs fois par semaine voire tous les jours. La grande majorité consomment le fonio moins d'une fois

par mois et on peut par conséquent considérer cet aliment comme occasionnel pour plus de la moitié des consommateurs de Bamako (54%), pour 61% de ceux de Ouagadougou et plus des trois quarts (77%) à Conakry.

Les entretiens qualitatifs ont, de plus, révélé que le fonio est reconnu pour divers effets thérapeutiques, notamment sous forme de paddy (rougeole, jaunisse, maladies de peau, etc.). Ces entretiens ont également montré qu'il est souvent utilisé pour de grandes occasions où l'on s'autorise des dépenses alimentaires plus importantes qu'à l'ordinaire.

Le secteur de la restauration est un marché réel pour du fonio prêt à cuire (bien lavé, éventuellement précuit) qui peut être développé avec l'amélioration des recettes culinaires à base de fonio. Plus de 70% des consommateurs urbains se servent dans les restaurants.

### ***Le fonio, une céréale consommée sous plusieurs formes***

Trois principales formes de préparation du fonio sont largement citées par les personnes interrogées quelles que soient les villes:

Le couscous indique un mode de cuisson des grains à la vapeur. Celui-ci peut être accompagné d'une sauce salée ou de lait et de sucre.

Le fonio au gras est en Guinée, semble-t-il, une adaptation de la recette du riz au gras, préparation relativement récente, originaire initialement des villes sénégalaises côtières où a été inventé le riz au poisson ou « ceebu jin » à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Il s'est diffusé ensuite vers les autres villes africaines sous une variante où la viande remplace le poisson (riz au gras). Au Burkina Faso et au Mali, cette préparation semble plus ancienne. Dans tous les cas, les grains sont alors cuits directement dans une sauce grasse avec des légumes et de la viande ou du poisson.

La bouillie indique un mode de cuisson dans l'eau. Elle peut être légère, plus ou moins épaisse jusqu'à former une pâte consistante ("tô" de fonio).

Les farcis, les croquettes sont de nouvelles formes qui viennent enrichir les recettes culinaires à base de fonio du citadin.

### ***Le fonio, une spéculation de rente***

Sur le plan de la commercialisation le fonio est vendu sous deux formes: Paddy et décortiqué. Le paddy est souvent utilisé dans les échanges, les trocs inter-villageois, lors des marchés hebdomadaires. Le fonio connaît de nos jours une certaine évolution. On en rencontre, décortiqué, blanchi, lavé et même le précuit.

Le fonio décortiqué est la forme qui est beaucoup commercialisée. Elle constitue une spéculation de rente dans les transactions entre collecteurs grossistes, demi-grossistes, détaillants et exportateurs.

Dans la sous-région, la Guinée est le plus grand fournisseur. Elle a exporté environ:

- 400 tonnes (2002) vers le Sénégal;
- 203 tonnes (2002) vers le Mali;
- 175 tonnes (2003) vers Guinée Bissau;
- 10 à 20 tonnes de fonio précuit en sachets et 25 tonnes de fonio blanchi, lavé vers l'Amérique, et l'Europe (2002 et 2003).

### ***Des équipements pour augmenter la consommation en zone urbaine***

Pour répondre aux besoins des ménagères en zone urbaine, de petites entreprises – fabriques artisanales, groupements féminins, proposent maintenant du fonio déjà transformé. Au Mali, en Guinée et au Burkina Faso des transformateurs commercialisent du fonio précuit, conditionné en sachets de plastiques de 500 g et de 1 kg. Ces produits sont distribués dans les épiceries de quartier ou les supermarchés des grandes villes et même exportés en Europe et aux États-Unis. Il faut noter que pour l'obtention d'un produit de qualité avec le mortier et le pilon ou avec les rares équipements existant, il faut un travail laborieux et fastidieux. Le prix du produit ainsi préparé n'est pas à la portée du citadin moyen. Pour rendre plus productive les opérations de transformation, il a fallu donc transformer voire concevoir d'autres pour mécaniser la plupart des opérations post récolte: battage, décorticage, nettoyage, etc.

Les études techniques ont abouti à l'adaptation d'une batteuse et à la mise au point d'un décortiqueur blanchisseur GMBF de type « engelberg » et de plusieurs équipements de nettoyage: canal de vannage, cribles rotatifs, dessableur. Certains de ces équipements ont été installés en zone rurale et dans de petites entreprises, à Bamako au Mali, à Labé en Guinée, à Bobo Dioulasso au Burkina Faso.

### **Battage mécanique du fonio**

Le programme a obtenu les résultats suivants:

- acceptation de la batteuse ASSI modifiée par les paysans;
- batteuse ASSI adaptée aux différentes variétés avec un débit au stade pilote 200 à 350 kg/h;
- pas d'influence de l'humidité sur la période d'essai (mais qu'en est-il pour le battage en septembre ou octobre?);
- l'évaluation du coût de fonctionnement montre que celui-ci est inférieur au coût de battage manuel, mais le niveau d'investissement est élevé.

Pour la suite du programme, il s'agira de:

- faire des essais en période humide pour connaître le comportement de la batteuse en début de campagne de récolte;
- faire une campagne d'information sur le battage (démonstrations);
- préparer le lancement d'une fabrication locale, à réfléchir: plan de fabrication, quel fabricant, mode de diffusion de la fabrication;
- faire la pré-vulgarisation par importation de batteuse du Sénégal pour répondre aux demandes urgentes.

### **Décortication mécanique du fonio**

Les activités au niveau du décortication ont concerné les décortiqueuses GMBF01, CCIEC petit model et le GMBF02. Dans le cadre des testes préparatoires avant le stade pilote, 28 essais en milieu contrôlé ont été effectués avec le décortiqueur GMBF02.

Un montage d'un moteur diesel de 10,3 kW pour les essais en milieu rural a donné les résultats suivants:

- blanchiment: débit jusqu'à 200 kg/h avec un rendement d'usinage de 90%;
- décortication: débit jusqu'à 130 kg/h avec un rendement d'usinage de 75%.

Un essai de décortication – blanchiment en deux passages a été réalisé pour différentes variétés. Il n'a pas été noté de différence significative entre les variétés sur la résistance au décortication. Des essais de démonstration ont été effectués dans deux villages de la Préfecture de Labé. Le décortiqueur GMBF02 a été placé au stade pilote dans un atelier de transformation de la Commune urbaine de Labé.

### **Nettoyage mécanique du fonio**

Les essais au stade pilote du nettoyeur Tarare Alvan Blanch ont eu lieu dans le village de Hindé, Sous-préfecture de Hafia, Préfecture de Labé. Cet exercice a permis de suivre le Tarare dans son environnement de travail en vue d'évaluer les contraintes liées à son utilisation.

Les résultats d'essais au stade pilote avoisinent ceux des essais en atelier. Le débit varie de 310 à 980 kg/h. La quantité des impuretés dans les grains nettoyés varie de 0,32 à 0,42%. La quantité totale de produit (fonio battu non vanné) traité est de 2 907 kg.

Pendant les travaux, il a été constaté l'élimination totale des graines des mauvaises herbes; ce qui est important dans le nettoyage des semences de fonio. Le désherbage manuel est pénible et fastidieux lorsque ces graines sont reconduites dans le champ.

Ce type d'équipement peut être recommandé dans les zones agricoles dont l'accès est difficile pour la batteuse. Il est utilisable aussi dans les ateliers de décortication pour éliminer les impuretés des grains avant et après le décortication des céréales (fonio, riz, maïs).

**Conclusion**

Le projet « Amélioration des technologies post-récolte du fonio » a permis, au cours des quatre années d'exécution, de mieux connaître le fonio *Digitaria exilis* dans ses caractéristiques variétales, technologiques, organoleptiques et culinaires. Il a en outre permis de mettre au point des équipements pour mécaniser les opérations de battage, de nettoyage et de décorticage. Des informations importantes ont été enregistrées sur le niveau de consommation au sein des ménages et hors ménages et sur le système de commercialisation du produit, dans la sous-région.

Des efforts restent à fournir pour mettre à la disposition des utilisateurs, les technologies mises au point. C'est dans ce cadre que le projet a été conçu. Cependant, les deux années de diffusion des résultats initialement prévue par ce projet ont été absorbées par les activités de recherche eu égard à la complexité des problèmes techniques rencontrés. D'où la nécessité de valider les nouveaux équipements dans les principales zones de production et de transférer l'ensemble des technologies générées aux acteurs de la filière (producteurs, transformateurs, équipementiers, restaurateurs, etc.).

**Références**

- Diallo TA. 1998 à 1993. Rapports de campagne des essais fonio. Projet CFC, Bamako, Mali.  
Diallo TA et Diallo TH. 2001. Atelier sur la contribution du fonio (*Digitaria exilis*) à la sécurité alimentaire et la création des revenus pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre Bamako.

## Fonio: A treasure for West Africa

R.S. Vodouhe<sup>1</sup>, G.E. Achigan Dako<sup>1</sup>, A. Dansi<sup>2</sup>, H. Adoukonou-Sagbadja<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Bioversity International*<sup>17</sup>, Cotonou, Benin

<sup>2</sup> *Crop, Aromatic and Medicinal plant Biodiversity Research and Development Institute (IRDCAM)*

### Abstract

Fonio is a staple food in dry areas of many West African countries (Guinea, Gambia, Mali, Burkina Faso, Benin, Senegal, Togo). Fonio is crucial to food security particularly in hungry seasons and critical periods when food reserves in the household are low. The seed is rich in two vital amino acids for humans: methionine and cystine. Fonio is also regarded as a grain with medicinal and healing properties; it is recommended for lactating women and diabetic people and is often used in diets of sick people. Fonio is a small scale farmers' crop and provides important income to the household; the price of a kilogramme of cleaned fonio is about 1.5 to 2 times that of rice. This crop requires very little input in its cultivation (no fertilizer, no pesticide) and is highly adapted to drought and low-fertility soils. Research and extension services have neglected the crop for long. Factors that contribute to its low yield and that need to be the foci of research are: i) its tiny grain: 1000 grains weigh about 0.44g; ii) its shattering characteristic: fonio easily shatters at maturity and grain losses of 10 to 30% occur if the harvest is delayed; iii) the inappropriateness of harvesting technique (local tools and traditional harvesting methods lead to significant loss between the cutting and threshing areas), and iv) the strenuousness of traditional threshing and husking methods used that results in poor quality of the final product. More people are now interested in fonio for its qualities. To satisfy an ever increasing demand, farmers and processing units expressed concerns about existing cropping and processing systems. Research efforts in recent years are yielding promising results and should be encouraged and supported at national and international levels.

### Origin and distribution

West Africa is home to three unique millets: *Digitaria exilis* (white fonio), *Digitaria iburua* (black fonio) and *Bracharia deflexa* (guinea millet/fonio). Fonio is the oldest cereal of West Africa and is widely grown from Senegal to Lake Chad, on the Fouta Djallon in Guinea, the Bauchi-Plateau in Nigeria and in north-west Benin and scattered elsewhere.

Fonio is only known from cultivation and its exact origin is unknown, but it is of ancient cultivation in West Africa. It may have been derived from *Digitaria longiflora* (Retz.) Pers. in the inland delta region of the Niger. Historical records of the use of fonio as a cereal go back to the 14th century. Currently, the cultivation of fonio is scattered from Cape Verde and Senegal to Lake Chad, especially on the Fouta Djallon Plateau in Guinea, the Bauchi Plateau in Nigeria and in north-west Benin (Figure 1). It is also grown in the Dominican Republic.

### Botany and ecology

Fonio is an ascending, free-tillering annual grass up to 80 cm tall, with delicate kneed stems. Its leaves are alternate and simple. The inflorescence is a terminal digitate panicle of 2–5 slender, raceme-like primary branches up to 15 cm long. The fruit is a caryopsis (grain), oblong to globose-ellipsoid, 0.5 mm long, white to pale brown or purplish. *Digitaria* is a taxonomically difficult genus comprising about 230 species in tropical, subtropical and warm-temperate regions, particularly in the Old World. *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler is sometimes eaten as a supplementary food (Chad) or as a famine food. *Digitaria debilis* (Desf.) Willd., *Digitaria frutescens* (Presl) Henrard, *Digitaria leptorhachis* (Pilg.) Stapf, *Digitaria longiflora* (Retz.) Pers., *Digitaria nuda* Schumach. and *Digitaria ternata* (A.Rich) Stapf are also known to be eaten as famine foods in tropical Africa, but are considered more important as forage or auxiliary plant. In India, (Assam) and Vietnam *Digitaria cruciata* (Nees ex Steud.) A.Camus ('raishan') is grown for food and fodder, whereas *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. ('crabgrass') is grown as a cereal in Europe, Asia and America.



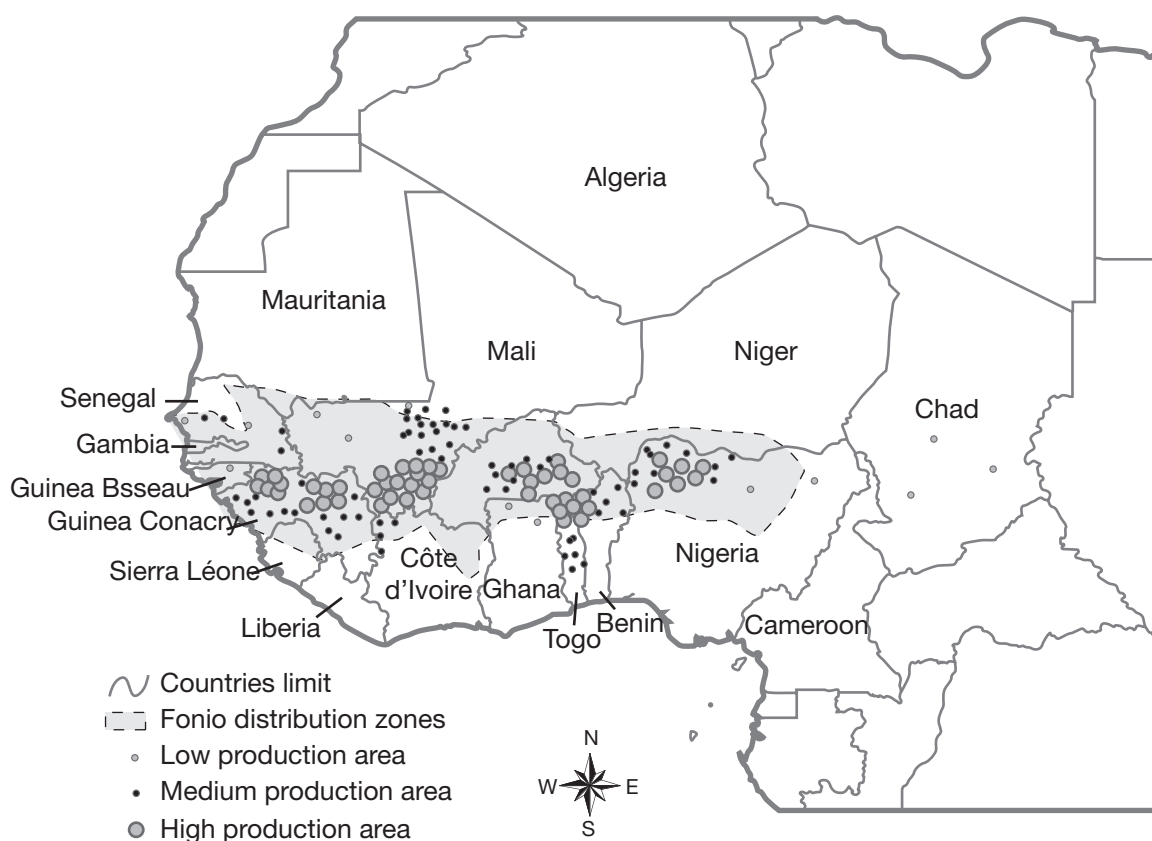


Figure 1: Fonio production areas in West Africa

The diversity within *Digitaria exilis* is large, with a large number of locally cultivated landraces, differing in plant habit, plant colour, glume colour, grain size and length of the crop cycle. Based on morphology, five varieties have been distinguished: (1) var. *gracilis* Portères: leaf margin curled, inflorescence with two primary branches, each with 50–100 spikelets per 10 cm, (2) var. *stricta* Portères: leaf margin slightly curled, inflorescence with two primary branches, each with 50–100 spikelets per 10 cm, (3) var. *rustica* Portères: robust plants, inflorescence with (2–)3–4(–5) primary branches, each with 90–120 spikelets per 10 cm, (4) var. *mixta* Portères: robust plants, vegetative parts reddish pigmented, inflorescence with (2–)3–4(–5) primary branches, each with 90–120 spikelets per 10 cm, (5) var. *densa* Portères: tall, strong plants, with a long vegetative cycle, inflorescence with 3–4 primary branches, each with 120–140 spikelets per 10 cm.

Fonio requires little input in its cultivation (no fertilizer, no pesticide) and is highly adapted to drought and low-fertility soils. Fonio is grown at sea level in Gambia, Guinea-Bissau and Sierra Leone, but more often it is cultivated at 600–1500 m altitude. The average temperature in the growing season ranges from 20°C at higher altitudes to 25–30°C near sea level. Fonio is grown in areas with an average annual rainfall of 150–3000 mm, but its cultivation is concentrated in regions with an average annual rainfall of 900–1000 mm. It is not as drought resistant as pearl millet, but fast-maturing landraces are suited to areas with short and unreliable rains. In areas with very low rainfall it is grown in valleys benefiting from run-off water. Fonio can be grown on poor, shallow, sandy or rocky soils unsuitable for other cereals, but does not prosper in saline or heavy soils. On the Fouta Djallon Plateau of Guinea, it grows on acidic soils with high aluminium contents.

### ***Fonio: a multipurpose crop for West African people***

Fonio is a staple food in dry areas of many West African countries (Benin, Burkina Faso, Gambia, Guinea, Mali, Senegal, Togo). It is crucial to food security particularly in hungry seasons and critical periods when food reserves in the household are low. Fonio is a staple food in various parts of West Africa, where it is also known as 'acha' or 'fundì', but it is also a prestige food ('chief's food') and a gourmet item. In the Hausa regions of Benin, Ghana, Nigeria and Togo, special couscous types ('wusu-wusu') are prepared from fonio. In southern Togo, the Akposso and Akebou people prepare fonio with beans in a dish for special occasions. In Nigeria, fonio flour is made into thick, unfermented porridge ('tuwo acha'), and fermented grains are used for thin porridge ('kunu acha'). Boiled whole grains are eaten with vegetables, fish or meat. In northern Togo, the Lamba people brew beer ('tchapalo') from fonio. It is also popped and can be mixed with other flours to make bread.

In the Dominican Republic fonio flour is made into porridges and creams, mixed with other cereal flours to make cookies, and it is used in preparing candy and fermented beverages; the seed is rich in two vital amino acids for humans: methionine and cystine. The richness in these amino acids makes it an excellent complement to legumes. Fonio is also regarded as a grain with medicinal and healing properties; it is recommended for lactating women and diabetic people and is often used in diets of sick people. The composition of whole fonio grain per 100 g edible portion is: water 11.2 g, energy 1390 kJ (332 kcal), protein 7.1 g, fat 3.0 g, carbohydrate 74.4 g, fibre 7.4 g, Ca 41 mg, P 191 mg, Fe 8.5 mg, thiamin 0.24 mg, riboflavin 0.10 mg and niacin 1.9 mg (Leung, W.-T.W., Busson, F. & Jardin, C., 1968). Essential amino acids content per 100 g of grain is: tryptophan 111 mg, lysine 205 mg, methionine 441 mg, phenylalanine 402 mg, threonine 315 mg, valine 457 mg, leucine 772 mg and isoleucine 315 mg (FAO, 1970). The amino acid composition of fonio is comparable with that of other cereals, but it has relatively high methionine content. The palatability of fonio grain is considered high.

Fonio grain is a valuable, easily digested feed for farm animals. The straw and chaff are excellent fodder and are often sold in markets for this purpose. Chopped fonio straw is mixed with clay to build walls of houses. The straw is also used as fuel for cooking or to produce ash for potash. Fonio grain is considered to have medicinal properties; it is recommended for lactating women and diabetic people.

Fonio is a small scale farmers' crop and provides important income to the household; the price of a kilogramme of cleaned fonio is about 1.5 to 2 times that of rice.

Aside from everyday meals, fonio is also associated with various religious festivities inherited from African ancestors. It is considered a sacred crop in some areas and plays a central role in social events and celebrations. It is also used for the reception of important and prestigious personalities and is an important part of dowry in many Sahelian communities.

### ***Important crop, but neglected***

For a long time, research activities in the region have been oriented towards major cereals such as maize, rice and sorghum. The interest in fonio is relatively recent. The crop has been neglected by research and extension services. Factors that contribute to its low yield and that need to be the focus of research are:

- its tiny grain: 1000 grains weigh about 0.44 g;
- its shattering characteristic: fonio easily shatters at maturity and grain losses of 10 to 30% occur if the harvest is delayed;
- inappropriate harvesting technique: local tools and traditional harvesting methods lead to significant loss between the cutting and threshing areas.

The strenuousness of traditional threshing and husking methods used that result in poor quality of the final product, is an additional reason for the neglect of the crop.

### ***Actions and research approaches***

Research efforts at national and regional levels focus on:

- genetic diversity and production: germplasm of fonio is collected, characterized and conserved; promising cultivars are selected and released to farmers.
- improvement of threshing and husking methods: A new husking machine has been developed (Sanoussi's husker). New threshing and husking practices are being tested.
- improvement of the product quality: techniques and methods to produce sandless fonio (premium fonio) are being developed.

National/international research institutes and development organizations in the sub region are now devoting more attention to the crop. The following results have been achieved:

- Through participatory approach, major limiting factors to the promotion of the crop was identified by farmers, processing units and research institutes.
- Five cultivars of early to medium growing cycle and with good yielding potential have been released to farmers.
- A husking machine has been locally developed and adopted
- Other tools that have been introduced are being tested
- Post harvest technologies to reduce grain losses are being experimented.

### **Conclusion**

More people are now interested in fonio for its qualities. To satisfy an ever increasing demand, farmers and processing units expressed concerns about existing cropping and processing systems. Research efforts in recent years are yielding promising results and should be encouraged and supported at national and international levels.

### **References**

- Leung W-TW, Busson F, Jardin C. 1968. Food composition table for use in Africa. FAO, Rome, Italy. 306 pp.
- FAO. 1970. Amino-acid content of foods and biological data on proteins. FAO Nutrition Studies No. 24, Rome, Italy. 285 pp.

## Les ressources phytogénétiques: Exploitation et conservation au Niger

B. Danjimo

Institut National des Recherches Agricoles du Niger (INRAN)

### Résumé

Les ressources génétiques constituent l'élément clé de la lutte pour l'autosuffisance alimentaire que mènent les populations du Niger dans un contexte climatique peu favorable. Les sécheresses récurrentes et leurs conséquences ont conduit les autorités à s'appuyer sur les principales cultures (mil, sorgho, riz et niébé) pour sa réalisation. Il s'en est suivi que les efforts de collecte et conservation des ressources phytogénétiques s'y sont plus intéressés. Plusieurs collections *ex situ* de ces cultures sont en conservation au Niger ou à l'extérieur contribuant à mieux préserver et exploiter leur germplasma. Pour les cultures secondaires, les populations assurent la conservation *in situ* d'une importante partie du fait notamment du rôle stratégique, économique et culturel qu'elles ont. A l'évidence, elles occupent une place irremplaçable dans l'alimentation et procurent des revenus. Des espèces alimentaires spontanées sont également préservées soit dans les champs, soit dans les aires protégées. Pour les arbres, à l'intérêt des espèces s'ajoute les efforts de protection légale, quant aux herbacées et suffrutex, ce sont surtout les intérêts qu'en tirent les populations qui ont favorisé leur conservations. Elles sont soit épargnées dans les champs et les produits récoltés à la période indiquée, soit elles font l'objet d'une exploitation agricole renforçant davantage la diversité agricole tout en générant des revenus.

Il ressort également que les efforts de conservation *in situ* par les populations rurales sont disparates particulièrement pour les espèces spontanées alimentaires ou médicinales. Ces efforts nobles méritent d'être soutenus pour qu'ils soient durables car ces populations n'ont généralement pas la technicité adéquate et surtout manquent des moyens pour faire face à l'exigence du type de conservation qu'ils effectuent.

### Introduction

La diversité biologique végétale constitue le socle des activités socio-économiques des populations au Niger. Le Niger ne présente pas une grande diversité spécifique végétale. Toutefois, ce territoire vaste de 1 267 000 km<sup>2</sup> abrite une gamme variée d'écosystèmes ou de biotopes: allant du désert au secteur phytogéographique nord soudanien (Saadou 1998). Cette gamme variée des écosystèmes combinée à la diversité socioculturelle constitue une source non négligeable diversité génétique tant au sein des espèces locales cultivées qu'au sein des espèces spontanées. Cette diversité est constituée d'au moins 1471 espèces végétales angiospermes (Saadou 1998) dont 110 alimentaires (Saadou et Mounkaïla 1997), 180 médicinales et 189 fourragères, et d'une cinquantaine dont 30 locales cultivées. Toutes ces espèces sont assez diversifiées car, en plus des conditions écologiques variables, le Niger se situe dans le centre de diversification de plusieurs espèces. Par exemple il existe 7 espèces du genre *Pennisetum*, 5 du genre *Vigna* et 3 du genre *Sorghum* (Saadou, 1998). En outre, au sein de chaque espèce existent plusieurs cultivars. Ces 3 genres abritent les principales cultures pratiquées au Niger.

Cette diversité biologique est cependant confrontée à des contraintes non seulement d'ordre climatique comme la baisse de la pluviosité, l'augmentation des températures moyennes annuelles de l'évapotranspiration potentielle, les vents secs (Danjimo 2001) mais aussi de nature anthropique telles les défrichements, l'exploitation de bois, le surpâturage. Il s'ensuit que plusieurs espèces ont disparues ou sont très menacées.

Cependant les efforts de conservation demeurent encore faibles même si les aires protégées couvrent près de 12% du territoire national. Toutes ces aires, excepté l'Aïr Ténéré et le Parc du W, sont fortement dégradées. Concernant les espèces cultivées, ce sont les principales cultures à savoir (le mil, le sorgho, le niébé et le riz) identifiées comme indispensables à la sécurité

alimentaire des pays en développement, comme le Niger, qui ont fait l'objet de collecte de germoplasme et il en existe d'importantes collections particulièrement dans les CIRA. Pour les autres cultures, il n'existe pratiquement pas de collection malgré l'intéressante diversité de certaines et les menaces d'érosion génétique. Fort heureusement, on note des efforts de conservation par les populations. Ces efforts de conservation endogènes constituent certes des cas isolés mais sont très importants notamment du point de vue de la préservation des ressources génétiques et de la diversité culturelle.

Ce travail vise à décrire l'état de la conservation des ressources génétiques végétales du Niger, les utilisations des espèces végétales en rapport avec la variabilité et la diversité culturelle, l'importance de ces ressources dans le bien-être des populations surtout rurales. Il est basé sur des données collectées dans différentes parties du territoire national et des synthèses bibliographiques.

### **Ressources phylogénétiques alimentaires**

Elles comprennent les espèces cultivées et les espèces spontanées. Au Niger, la lutte pour la sécurité alimentaire a été basée sur quatre cultures à savoir le mil, riz, le niébé et le sorgho. Pourtant, les autres cultures et les espèces spontanées sont aussi importantes pour le bien-être des populations particulièrement celles des campagnes, les femmes et les enfants. Ces cultures secondaires ont des valeurs alimentaires plus élevées et génèrent des revenus aux populations. Avant toute analyse, il convient de rappeler que le Niger est un pays aride dont le climat est de type saharien au Nord avec 65% du territoire, sahélien au Centre et au Sud du pays sur 34% du territoire et soudanien à l'extrême Sud sur moins de 1% du territoire.

Les conditions de conservation sont particulièrement rudes: températures élevées (30-35°C), hygrométrie faible en saison sèche (moins de 20%), ETP annuelle de plus de 1500 mm contre moins de 100 à 750 mm de pluie par an.

D'importants matériels génétiques ont été perdus du fait notamment de l'importance de cette siccité du climat. Les périodes de sécheresse des années 1972-1974, 1984, 1993, 1996-1997, ont eu des effets néfastes sur la conservation des ressources génétiques. A maintes reprises des populations ont été contraintes à abandonner leurs villages pour vivre ailleurs où le climat est plus généreux. Malheureusement, il est difficile de dire quelle quantité de germoplasme a été perdue. Mais il n'en demeure pas moins que la situation (climatique et socio-économique) n'est pas générale et d'importantes diversités sont utilisées ou conservées encore sur le territoire nigérien.

### **Les espèces cultivées**

Au Niger, la lutte pour la sécurité alimentaire, devenue une préoccupation après les sécheresses des années 1972-1975, reposait sur les cultures comme le mil et le sorgho. Quand leur production est bonne, c'est l'autosuffisance et quand elle est mauvaise, quelle qu'en soit la cause, il faut recourir à l'aide internationale pour combler le déficit. Pourtant les populations cultivent, avec une augmentation des superficies cultivées de plus de 50% entre 1960 et 2000, une grande diversité de cultures. De nos jours, il y a environ 50 espèces cultivées au Niger (Saadou 1998) dont au moins 25 sont locales (Tableau 1) ou exotiques cultivées depuis plus d'un demi siècle.

Il faut noter que pratiquement toutes les cultures maraîchères dont les variétés ont été introduites ne figurent pas dans ce tableau. En outre la liste n'est pas exhaustive.

Pour l'essentiel ces cultures se classent en deux catégories:

- Les cultures principales, généralement vivrières, sont cultivées sur de grandes superficies et par la grande majorité des paysans. Elles sont dominées par le mil et le sorgho qui ont une grande variabilité avec au moins cinq variétés connues pour chacune et trois à six autres espèces du même genre. Le riz présente également une grande variabilité surtout grâce aux efforts de l'IRRI et l'ADRAO [Définir]. Sur le territoire nigérien il existe au moins deux espèces spontanées du genre *Oryza* (*O. barthii*, *O. brachyantha*). Il en est de même pour le niébé.



- Les cultures secondaires sont pratiquées à moindre échelle, certaines paraissent comme des facultatives car leur semis intervient toujours après celui des cultures principales sur des superficies restreintes, parfois autour des cases (culture de case). Généralement on sème seulement quelques pieds de *Lagenaria siceraria* près de la case, du hangar ou autre support que les plants recouvrent. Cette catégorie de cultures est généralement pratiquée par les femmes.

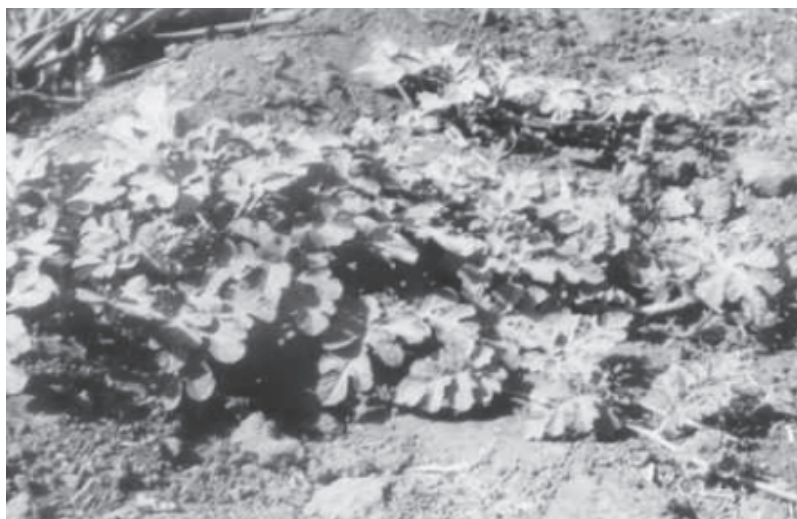


Figure 1: *Citrullus vulgaris* épargné sur la limited'une parcelle d'oignon

Elles sont nombreuses (plus de 20 espèces) (Tableau 1) et jouent un rôle très important dans la vie des populations. Au cours des périodes de soudure, c'est-à-dire vers la fin de la saison des pluies ou les cultures principales n'ont pas mûri et que les stocks alimentaires de l'année précédente sont épuisés, ce sont ces cultures qui servent de relais. Plusieurs d'entre elles sont consommées en vert, avant la maturité complète: le calabassier, le maïs, le pois de terre, le gombo chanvre, etc. Elles sont généralement utilisées en association avec les céréales dont elles améliorent considérablement la valeur nutritive.

Ces espèces présentent une importante variabilité. Par exemple, les calabassiers comprennent plusieurs formes dont les grandes calabasses (fruit rond avec un diamètre de 5-10 à 100 cm ou plus) et les peyites calabasses (manche plus ou moins long, droit ou recourbé, fruit fusiforme, etc.). Chacune de ces formes peut présenter des cultivars amères donc impropre à la consommation et des cultivars non amères, c'est-à-dire comestibles en vert.

### Conservation des espèces cultivées

Plusieurs espèces cultivées ont fait l'objet de collecte à divers degrés et les accessions mises en conservation. Le tableau 3 présente une liste d'espèces dont il existe au moins une collection au niveau du SNRA ou au niveau des instituts internationaux de recherche agronomique. Généralement toutes ces collections, très importantes du fait qu'elles comblent un vide, sont tronquées car les échantillonnages ont été trop faibles et les échantillons non représentatifs. Les missions suivent uniquement les axes routiers pendant que la diversité peut s'en trouver éloigner. En outre, moins du tiers de la partie cultivée du territoire a été parcourue.

Par ailleurs, il ressort du tableau 3 que beaucoup des cultures secondaires sont peu touchées par les collectes. Heureusement, les populations conservent à leur niveau les ressources génétiques des espèces cultivées. Ces cultures constituent la seule arme contre les situations précarités. Elles procurent des revenus et comblent des besoins qu'aucune autre source ne satisfait encore:

- Une amélioration de la qualité de l'alimentation avec un faible investissement: En fait, certaines des cultures secondaires (*Lagenaria siceraria*) ne bénéficient pratiquement pas

Tableau 1: Espèces cultivées, caractéristiques et bref aperçu sur leur variabilité

Nom courant	Nom scientifique	Types	Parties utilisées	Diversité
Mil	<i>Pennisetum glaucum</i>	vp	graines	Va, Di
Sorgho	<i>Sorghum bicolor</i>	vp	graines	Va, Di
Maïs	<i>Zea mays</i>	vs	graines	Va
Riz	<i>Oryza sativa, O. glaberrima</i>	vp	graines	Va, Di
Blé	<i>Triticum durum</i>	vs	graines	?
Fonio	<i>Digitaria exilis</i>	vs	graines	Va
Canne à sucre	<i>Saccharum officinarum</i>	r	tige sucrée	Va
Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	vpr	graines	Va, Di
Arachide	<i>Arachis hypogaea</i>	s r	graines	Va
Pois de terre	<i>Vigna subterranea</i>	vs	graines	Va, Di
Dolique	<i>Dolichos lablab</i>	vs	graines	Va
Sésame	<i>Sesamum indicum</i>	vs	graines	Va, Di
Soja	<i>Glycine max</i>	rs	graines	*?
Coton	<i>Gossypium barbadense</i>	rs	fibres, graines	Va, Di
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	rs	baies	Va, Di **
Pomme de terre	<i>Solanum tuberosum</i>	vrs	tubercule	**
Manioc	<i>Manihot esculenta</i>	vrs	racine tubérisée	Va
Patate douce	<i>Ipomoea batatas</i>	vrs	racine tubérisée	Va
Gombo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	vs	capsule	Va, Di
Oseille	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	vs	graines, feuilles, tépales	Va, Di
Gombo chanvre (jute)	<i>Hibiscus cannabinus</i>	vso	graines, feuilles et écorce	Va
Oignon	<i>Allium cepa</i>	rs	bulbes, feuilles	Va
Ail	<i>Allium sativum</i>	rs	bulbes	Va
Piment	<i>Capsicum frutescens</i>	rs	fruit mûr	Va
Poivron	<i>Capsicum annum</i>	rs	fruit mûr	Va
Souchet	<i>Cyperus esculentus</i>	rs	tubercule	Va
Melon	<i>Cucumis melo</i>	rs	fruit mûr	Va
Calebassier	<i>Lagenaria siceraria</i>	vs	fruits mûrs ou non	Va (d)
Pastèque	<i>Citrullus vulgaris</i>	vs	fruit mûr ou non	Va
Citrouille	<i>Cucurbita pepo</i>	rs	fruit mûr	Va

NB: p = culture principale, v = culture vivrière, r = culture de rente, s = culture secondaire, o = culture donnant des produits d'oeuvre, Va = très variable; Va(d) = plus de 5 variétés connues; Di = plusieurs espèces du même genre; \*, \*\* = introduction

de travaux d'entretien ou sont peu exigeantes. Les différents travaux sont effectués soit aux heures de repos soit après que le paysan se soit dégagé des activités prioritaires (entretien des champs de cultures d'hivernage). Elles ne demandent pas non plus d'intrants particuliers ou on ne leur en apporte pas. Or ces cultures apportent beaucoup d'éléments minéraux, de protéines et de matières grasses qu'on ne trouve que peu ou pas dans les céréales.

- Elles génèrent des ressources plus que les céréales qui pourtant consomment plus de temps, de travail ou nécessitent plus d'investissements (engrais, pesticides, main d'œuvre à différents stades phénologiques). Au cours de la saison des pluies, il est fréquent

Tableau 2: Les cultures secondaires, utilisation et destination des produits

Spéculation	Parties utilisées	Produit	Destination
Canne à sucre	Tige sucrée	Sucée	Vente
Fonio	Graines	Bouillies, pâte	Autoconsommation, vente restreinte
Arachide	Graines, fanes et coques	Grillées sucrées ou non extraction d'huile et tourteaux, fourrage, combustible	Vente
Pois de terre	Graines	Gousses immatures bouillies, graines sèches grillées ou bouillies	Vente et autoconsommation
Dolique	Graines, fanes	Bouillies ou ingrédients de divers mets, fourrage	Autoconsommation, vente
Sésame	Graines	Consommées crues, pain sucré ingrédient pour d'autres mets, extraction d'huile	Vente, autoconsommation
Sorgho sucrée	Tige sucrée	Sucée	Vente, autoconsommation
Coton	Coton brut	Fibres, graines	Vente
Tomate	Baies	Fruit frais, fruit séché en rondelles	Vente, autoconsommation
Manioc	Racine tubérisée	En vert, bouillie, légume	Vente, autoconsommation
Patate douce	Racine tubérisée	En vert, bouillie, légume	Vente, autoconsommation
Gombo	Capsule (fruit immature sec ou frais)	Sauce gluante	Vente, autoconsommation
Oseille	Graines, feuilles, tépales	Soumbala, épinard ou sauce, épinard ou bissap (selon le type)	Vente, autoconsommation
Oseille2 (jute)	Graines, feuilles, écorce	Soumbala, épinard cordage et ficelle	Autoconsommation vente
Oignon	Bulbes, feuilles	Légume	Vente, autoconsommation
Ail	Bulbes	Légume	Vente, autoconsommation
Piment	Fruit mûr	Ingrédient dans divers mets	Vente et autoconsommation
Poivron	Fruit mûr	Ingrédient dans divers mets	Vente et auto consommation
Souchet	Tubercule	Crue, pain	Vente
Melon	Fruit mûr	En vert	Vente
Calebassier	Fruits mûrs ou non	Fruit immature bouilli ou dans divers mets	Auto consommation et vente
Pastèque	Fruit mûr ou non	En vert, fruit sec ou frais, bouilli	Vente et autoconsommation

d'observer des prix de 1000 à 1500 FCFA la "tia" (équivalent d'un volume d'environ 2,5 à 3 dm<sup>3</sup>) tandis que la même mesure de mil ou de sorgho coûte moins de 500 FCFA. Cela est valable pour le sésame, le souchet, l'ail, etc.

Tableau 3: Situation des collectes effectuées au Niger

Espèces	Nom scientifique	Nombre d'accessions	Institutions
Mil	<i>Pennisetum</i> spp. (2)	1946	INRAN, ICRISAT
Sorgho	<i>Sorghum bicolor</i>	486	INRAN, ICRISAT
Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	428	INRAN, IITA
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	11	INRAN
Pois d'angole	<i>Cajanus cajan</i>	130	INRAN, ICRISAT
Blé	<i>Triticum</i> spp.	114	INRAN
Sésame	<i>Sesamum indicum</i>	409	INRAN, UAM
jutes	<i>Corchorus</i> spp.	6	INRAN
Manioc	<i>Manihot esculenta</i>	6	INRAN, IITA
Patate douce	<i>Ipomoea batatas</i>	15	INRAN
Maïs	<i>Zea mays</i>	18	INRAN
Gombo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	254	INRAN
Pois de terre	<i>Vigna subterranea</i>	104	INRAN
Fonio	<i>Digitaria exilis</i>	19	INRAN
Riz	<i>Oryza sativa</i>	193	INRAN
Calebasse	<i>Lagenaria siceraria</i>		INRAN
Cucurbitaceae		16	INRAN
Oignon	<i>Allium cepa</i>	11	INRAN
Oseille	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	151	INRAN
Arachide	<i>Arachis hypogaea</i>	239	INRAN
Espèces forestières	(6)	137	INRAN
Espèces fourragères	(2)	16	INRAN/Bioversity
Divers	(3)	11	INRAN
Total	31	4270	

Ainsi au Niger, il y a deux types de conservation:

- La conservation *ex situ* des collections, principalement par des structures de recherche. Actuellement environ 5000 accessions sont en conservation sous forme de duplicata à la banque de gènes de l'ICRISAT-Niamey. Cette conservation ne se fait pas efficacement car plusieurs accessions, voire des collections de certaines espèces comme l'oignon, le manioc, la patate douce sont perdues par manque de dispositions adéquates. En effet, généralement le matériel de suivi (scelleur, testeur d'humidité, hygromètre, thermomètre, balance) manque et la fourniture de l'énergie électrique est irrégulière.
- La conservation *in situ* des ressources génétiques par les populations rurales: Comme expliqué ci-dessus, plusieurs raisons (dont certaines nous échappent vraisemblablement) font que les paysans conservent leurs cultivars traditionnels. Par exemple, les *Lagenaria* spp. qui sont utilisés pour les ustensiles et récipients divers, et *Hibiscus cannabinus* pour la production d'écorce servant de ficelle, sont conservés par les paysans et sont visibles dans presque tous les villages avec encore une importante variabilité.

Le paysan continue d'utiliser sa diversité de cultivars qui produit même dans des conditions précaires. En effet, la pluviosité étant irrégulière, surtout dans les zones Nord du territoire nigérien, avec généralement des poches de sécheresse, la production des variétés améliorées se démarque peu ou pas de celle des cultivars locaux. Ces derniers produisent quelque soit la situation pluviométrique. En cas de bonne pluviosité, ils produisent nettement mieux que les améliorés du fait de leur rusticité et du peu d'entretien nécessaire. En outre, du fait de la faible disponibilité

de la main d'œuvre temporaire, les producteurs nigériens utilisent des cultivars dont les périodes d'entretien sont plus ou moins échelonnées. Il s'en suit que les périodes de récoltes soient échelonnées. Dans ce cas les variétés améliorées conviennent moins car elles exigent souvent des travaux d'entretiens rapprochés ou des récoltes groupées qui nécessitent la main d'oeuvre dont ne dispose pas le paysan. C'est pourquoi, généralement seule la durée de la saison des pluies peut empêcher l'utilisation de certains cultivars: le *Somno*, cultivars tardif mais très productif, de mil est quasi abandonné dans les zones Nord, à pluviosité de plus en plus faible. Ceci est valable pour le sorgho et le niébé. Toutefois, lorsque la divagation des animaux est moindre, des variétés photosensibles ou de cycle long sont utilisées mais ont une production souvent trop faible. Il est fréquent d'observer dans les champs, des plants de sorgho ou de niébé tardifs qui seront récoltés en dernière position, après que les travaux urgents aient été effectués.

La conservation de semence par le paysan se fait en de faibles quantités. Les cultures secondaires sont produites sur de faibles superficies, dans la maison ou autour des cases. Les moyens de conservation sont tout à fait simples et constitués par les ustensiles de la maison: unealebasse trouée et évidée de son mésocarpe, et parfois même de simples chiffons car plusieurs pensent qu'il n'est pas bon de conserver dans le plastique.

La conservation porte surtout sur les semences orthodoxes dont la viabilité dure au moins un an. Mais c'est surtout lors de la production que sont développées des stratégies.

### Les espèces alimentaires spontanées

Cette catégorie de ressources génétiques existent et occupent également une place très importante. Saadou et Mounkaila (1997) ont dressé une liste d'au moins 110 espèces (herbacées ou ligneuses) utilisées comme alimentaires. Ces espèces procurent des revenus surtout aux femmes et aux enfants. Par exemple, les feuilles de *Adansonia digitata* (baobab) et celles de *Ceratotheca sesamoides* sont utilisées comme condiment dans les sauces par toutes les populations du pays. Les feuilles de plusieurs autres espèces sont consommées, généralement, en épinard ou en couscous: *Gynandropsis gynandra*, *Senna tora*, *Amaranthus* spp., etc. D'autres fournissent des fruits dont la consommation est limitée dans le temps.

De façon générale, les produits fournis par ces espèces sont destinés à la vente et génèrent des revenus que ne procurent pas les produits agricoles. En outre, ces espèces ont généralement d'autres utilisations: médicaments, bois d'œuvre, fourrage.

### Conservation des espèces alimentaires spontanées

Les actions en ce domaine sont assez timides. En effet, la conservation *ex situ* par les institutions de recherche est quasi inexistante ou insignifiante. A l'INRAN, il y a à peine une dizaine d'accessions de *Corchorus* spp. et récemment une vingtaine d'accessions de diverses espèces de Cucurbitaceae ont été collectionnées. Toutefois des collections assez restreintes sont disponibles au Centre des National Semences Forestières (CNSF) pour certains ligneux à usage alimentaire. Il y a notamment *Parkia biglobosa*, *Ziziphus* spp., *Vitellaria paradoxa*, *Acacia senegal*, *A. laeta*, essences forestières dont les semences sont collectées et conservées pour le court-terme en vue d'être utilisées dans les pépinières et servir dans diverses plantations (restauration des aires protégées et des terres dégradées). A travers ces actions du Ministère de l'environnement plusieurs espèces ligneuses (alimentaires ou non) sont conservées comme plantes ornementales (*Vitex doniana*, *V. simplicifolia*, *Parkia biglobosa*, etc.) ou génératrices de revenus comme *Acacia senegal* et *A. laeta* dont les plantations privés et publiques couvrent plusieurs hectares.

Pour ces espèces spontanées (alimentaires ou non), les actions de conservation les plus intéressantes sont celles du Ministère de l'Environnement. En effet, après les indépendances, les actions de protection des "forêts classées" et d'une quinzaine d'espèces ligneuses ont continué sur l'ensemble du territoire national. Ceci a permis de conserver une importante diversité au sein des essences forestières et de plusieurs espèces herbacées y existant. De nos jours, ce sont les aires protégées, comme le Parc du W ou l'Air-Ténéré, qui renferment une diversité importante. Plusieurs espèces n'existent plus hors de ces espaces. De même, l'interdiction et la sévère verbalisation des contrevenants, de la coupe de certaines espèces et la réglementation





Figure 2: Tapis herbacé dominé par *Ceratotheca sesamoides* et *Pancrathium trianthum* dans la vallée du fleuve (Parc du W). (Les flèches indiquent *Ceratotheca sesamoides*).

d'autres (*Andropogon gayanus*, *Cymbopogon* spp.) a favorisé la conservation *in situ* des espèces. Nous avons observé en 2002, dans la vallée du fleuve Niger sous influence du Parc du W, une importante communauté végétale à *Ceratotheca sesamoides* et *Pancrathium trianthum* (Figure 2).

Pour la première espèce, il est très rare de trouver un peuplement aussi vaste et dense car l'espèce est recherchée par les populations et est également consommée par les animaux.

Les paysans, surtout les agriculteurs, constituent les principaux acteurs de la conservation *in situ*. La protection des quinze espèces ligneuses et la réglementation de l'exploitation des herbacées pérennes, comme *Andropogon gayanus* et *Cymbopogon giganteus*, sont efficaces surtout lorsque le cultivateur est impliqué.

Les espèces sont épargnées et implicitement protégées au stade plantule dans les champs en fonction de l'intérêt et de l'expérience du cultivateur à les épargner. Ce type d'épargne s'est accru avec la compréhension du rôle protecteur de l'arbre sur le sol. Concernant les espèces à usage multiple, les paysans ont pu épargner une grande diversité. En fait ces espèces sont généralement moins mutilées lorsqu'elles se trouvent dans un champ cultivé (Figures 3, 4, 5).

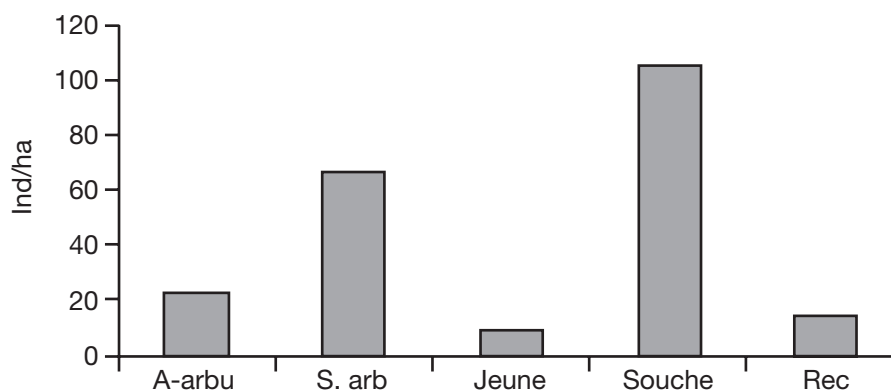


Figure 3: Structures moyennes de la végétation de Romaza

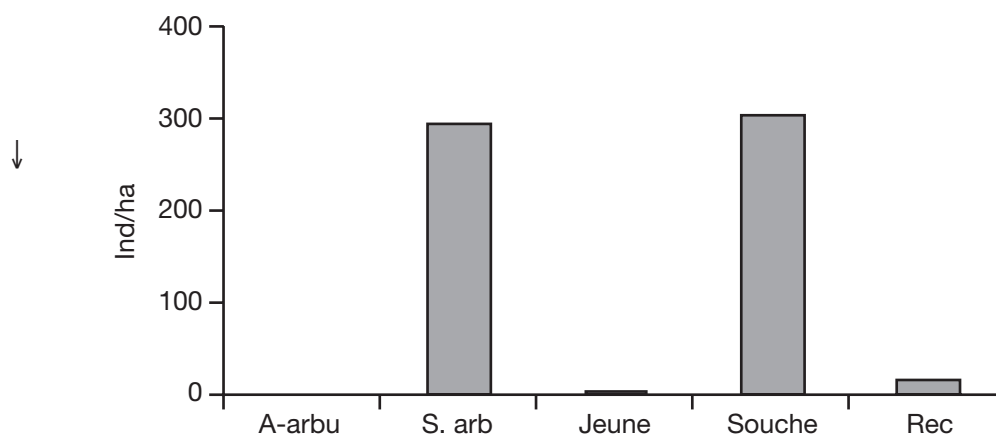


Figure 4: Structures moyennes des fourrés à *Combretum* à Korgom

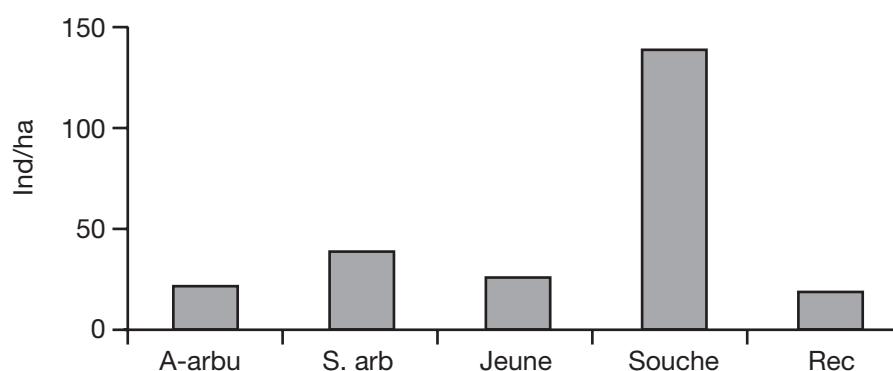


Figure 5: Structures moyennes du Parc Agroforestier à Korgom

Généralement, ils servent pour la production des semences qui permettent à l'espèce de se maintenir dans le milieu. Ces figures expriment l'importance des arbres et arbustes (A-arbu) dans les champs (Figures 3 et 5) par rapport aux zones non cultivées (Figure 4).

Une forte mutilation par prélèvement d'écorce, des racines ou des branches des plants situés hors des exploitations n'est pas évident ici.

*Adansonia digitata*, comme plusieurs autres espèces, est même plantée dans les maisons en plus du fait qu'elle soit tolérée dans les champs. Cette pratique est spontanée car des espèces dont les techniques de productions sont ignorées par les services techniques sont utilisées:

*Crataeva adansonii* (à Korghom), *Ficus platyphylla* (à Chabaré).

Des relevés phytosociologique dans les agrosystèmes de l'Arrondissement de Tessaoua ont permis de noter que *Ceratotheca sesamoides* et *Corchorus tridens* (alimentaire) sont épargnées dans les champs. Ces espèces fournissent des feuilles alimentaires et les plants restent en place pour produire les graines qui seront disséminées. Cette pratique qui s'apparente à la domestication est plus poussée pour *Senna tora* qui serait cultivée notamment aux environs de Niamey. Les feuilles de cette espèce sont vendues (et consommées) vertes ou séchées sur les marchés de Niamey et agglomérations voisines. De même *Gynandropsis gynandra* a fait l'objet de timides collectes et évaluations surtout dans le cadre de projets de sécurité alimentaire (Care International, Helen Keller International).

La conservation dans les champs est particulièrement efficace pour *Andropogon gayanus*, *Cymbopon giganteus* (et rarement *Panicum* spp.) dont les chaumes sont utilisés dans les constructions. Dans les zones sahéennes du pays, les souches épargnées dans les champs arrivent à fructifier tandis que celles des aires paturées ne montent même pas (selon nos relevés phytosociologiques). Ces espèces sont nettement plus abondantes que les autres herbacées pérennes dont les chaumes ne sont pas d'aussi bonne qualité. *Ctenium elegans*, espèce dont les

chaumes servent dans les constructions (toitures), est également épargnée dans les champs (zones phytogéographiques nord-soudanienne et sud sahélienne) mais les peuplements sont moins importants. C'est le même principe qui est utilisé: les plants ne sont pas surexploités dans les champs et trop souvent ils sont laissés jusqu'à fructification, les graines se disséminent ainsi dans le champ ou les environs.

Dans la conservation *in situ*, il convient de noter des cas rares et particuliers de paysans qui constituent des arboreta. Ils y plantent surtout les espèces locales. A Tessaoua, nous avons visité les champs de Mr Issa BI DAN où l'on trouve des espèces complètement disparues de la zone: *Polycarpaea linearifolia*, *kohautia senegalensis*, *Indigofera diphylla*, *Loudetia togoensis*, *Cucumis metuliferus*, *Evolvulus alsinoides*, etc. Certaines espèces comme, *Strychnos spinosa*, *Xeromphis nilotica* *Sanseveria liberica*, *Agave sisalana*, *Euphorbia poissonii*, *Ipomoea argentaurea* ont été réintroduites. Le parc agroforestier des champs s'individualise nettement dans la zone. On y trouve, en abondance, *Boscia salicifolia*, *Cadaba glandulosa*, *Terminalia avicennioides*. Nous avons recensé dans l'un des 2 champs, au moins 39 espèces particulières et normalement considérées comme mauvaises herbes.

Dans la zone de Falmey, Arrondissement de Birnin'Gaouré, nous avons visité un jardin où sont plantées plusieurs espèces, dont des exotiques comme *Cressentia cujete*, *Melia azedarach*, *Senna alata*.

Plusieurs tradipraticiens ont de petits lopins ou sont plantées des espèces médicinales. Comme exemples il y a la coopérative Bani Touri de Niamey avec ses plantations à Boubon et une tradipraticienne de Malgorou au Sud de Dosso qui a également constitué un jardin restreint de plantes médicinales.

## Conclusion

Au Niger, l'utilisation et la conservation des ressources génétiques relèvent de deux domaines:

- l'Etat et ses structures (recherche agronomique et services techniques) qui ont contribué à collecter ou à préserver des aires naturelles. Un important germoplasme est préservé. De nos jours un grand nombre des espèces locales qu'on pense disparues ou qui sont devenues très rares se trouvent dans les aires protégées comme le Parc du W, la forêt protégée de Baban Rafi, Gorou Bassounga, Aïr-Ténéré, etc.
- La conservation et l'exploitation par les paysans qui portent surtout sur les espèces orthodoxes excepté quelques espèces à racine ou à tubercule comme le manioc, la patate douce. Au niveau de ces espèces les pertes sont plus importantes. Pour les espèces à graines orthodoxes, la conservation se fait dans les conditions naturelles avec des containers très simples dont l'étanchéité est faible ou inexistante. C'est au niveau de la production que se trouve l'essentiel des stratégies.

Pour la même espèce et dans le même champ, certains produisent plusieurs variétés (deux, trois ou plus). Un des cas les plus fréquents est celui de l'oseille (*Hibiscus sabdariffa*) pour lequel dans le même champ, on peut noter la présence des variétés à calice blanc, rouge, violet. A la récolte, les semences de ces différentes variétés sont soit isolées et conservées à part soit mises en vrac dans le grenier. Il arrive que le producteur consomme ses semences.

Entre espèces, généralement, la production est organisée de sorte que les récoltes soient échelonnées pour faire face à la période de soudure. Il s'agit de la période correspondant à la fin de la saison des pluies, où les stocks de l'année précédente finissent alors que les cultures principales ne sont pas à maturité. Les espèces comme l'oseille, le gombo chanvre (*Hibiscus cannabinus*), le pois de terre (*Vigna subterranea*), le niébé (*Vigna unguiculata*), etc., rentrent dans cette catégorie. Une fois la culture principale mûre, la consommation en vert de ces cultures cessent. Mais parfois, c'est parce que les fruits deviennent trop dures (calebasse) et donc impropres à la cuisson.

Des espèces sont utilisées car leur culture est moins contraignante. En fait au Niger, la production de mil est la coutume première et tous les cultivateurs dépensent l'essentiel de leur temps de travail et leur main d'œuvre à cette culture. Les autres sont pratiquées, généralement,

en fonction du temps restant. C'est ainsi que certaines cultures sont semées vers la fin de la journée après le travail soit tôt le matin avant le départ pour le champ. Toutes les cultures de case se situent dans ce cas: Gombo chanvre, le maïs, le sésame dans certaines régions du pays, les calebassiers. Pour cette catégorie de cultures, les travaux sont effectués aux heures de repos puisque les superficies sont faibles.

Certaines espèces sont utilisées en association avec le mil, généralement les lignes de semis sont croisées avec celles du mil ou encore sont placées entre dans les lignes de mil. Il s'agit de stratégie pour gagner du temps et économiser la main d'œuvre. Les semis interviennent après celui du mil ou de l'autre culture principale. Les récoltes interviennent avant ou après celle de la culture principale, à une période creuse. La production d'autres cultures sur les bords des parcelles ou des champs fait partie de cette catégorie. C'est un phénomène fréquent sur les cultures irriguées.

Dans les zones où la divagation du cheptel est faible, les paysans cultivent certaines variétés tardives ou photosensibles qui mûrissent après la récolte des principales cultures. Généralement la production n'est pas fameuse mais a le mérite de donner les semences utiles à la propagation et à la conservation du taxon. La conservation des ressources génétiques, et leur exploitation, est partie intégrante des modes et stratégies de vie des populations. Les populations rurales conservent donc une importante diversité, pas nécessairement dans de bonnes conditions et de plus en plus l'on observe des initiatives de conservation d'autres espèces différentes des alimentaires. Il s'agit d'initiatives qu'il faille renforcer car la conservation des ressources génétiques demeure toujours aléatoire même si elle concerne une large gamme d'espèces. Toute catastrophe (sécheresse sévère, incendie, etc.) qui survient emporte nécessairement une partie. En outre l'exploitation est plus efficace car le matériel génétique est régulièrement manipulé dans son propre biotope.

#### Références

- Danjimo B. 2001. Flore et végétation de l'Arrondissement de Tessaoua – Etats de ces éléments dans 4 communautés rurales: Dan Ahi, Chabaré, Korgom et Romaza. Rapport. PGRN: 42 pp.
- Saadou M Mounkaïla G. 1997. Etude de l'intégration des objectifs nutritionnels de la foresterie dans la sécurité alimentaire au Niger. Rapport scientifique à la FAO.
- Saadou M. 1998. Eléments constitutifs de la biodiversité. Rapport de consultation, CNEDD: 129 pp.



## ***Dioscorea liebrechtsiana* de Wild, un légume de cueillette de grande importance au Congo**

J. Mabanza, J.C. Mambou

Centre de Recherches sur l'Amélioration Génétique des Plantes (CERAG), Brazzaville, Congo

### **Résumé**

La consommation d'ignames n'affecte principalement que près de 8 espèces des 600 que comptent le genre *Dioscorea*: *Dioscorea alata*, *D. rotundata*, *D. dumetorum*, *D. burkilliana*, *D. esculenta*, *D. opposita*, *D. bulbifera* et *D. trifida*. *Dioscorea liebrechtsiana*, une igname sauvage, est présente dans les écosystèmes forestiers d'Afrique Centrale. Les jeunes pousses sont consommées au Congo sous forme de légume salade, ou comme assaisonnement pour les mets à base de viande, alors que le tubercule est également comestible. Les enquêtes réalisées sur les marchés de Brazzaville ont montré l'importance des ventes effectuées au niveau des pousses de *Dioscorea liebrechtsiana* et, ont aussi permis d'apprécier l'apport de la plante en terme de source alimentaire et de source de revenus pour la population. Dans cette étude, la possibilité de domestication a également été explorée. Elle a intéressé la multiplication de la plante par son tubercule et l'obtention de nombreuses plantes par la culture *in vitro* de la bouture nodale.

### **Introduction**

Sur les 600 espèces que comporte le genre *Dioscorea*, 8 seulement sont consommées exclusivement pour leurs tubercules. Il s'agit de *Dioscorea alata*, *D. rotundata* – *cayennensis*, *D. dumetorum*, *D. burkilliana*, *D. esculenta*, *D. opposita*, *D. bulbifera* et *D. trifida* (Dumont et Vernier 1997; Bricas et Attaie 1998). *Dioscorea liebrechtsiana* est une igname sauvage qui est présente dans les écosystèmes forestiers d'Afrique Centrale (N'kounkou 1993; N'kounkou et al. 1993). Au Congo les jeunes pousses sont utilisées sous forme de légume - salade ou comme assaisonnement pour les mets à base de viande (N'kounkou 1993; Miatéo 1998). Au cours de la période de l'année allant de septembre à janvier les différents marchés du pays regorgent de quantités de bottes de jeunes pousses de *Dioscorea liebrechtsiana* qui se retrouvent à côté de légumes traditionnels courants tels que les amarantes, la tomate, l'épinard, etc. D'une manière générale, peu d'études ont été consacrées à cette espèce. On note seulement quelques articles de description botanique (N'kounkou 1993; N'kounkou et al. 1993; N'kounkou 1996a; N'kounkou 1996b). *D. liebrechtsiana* est souvent simplement cité (Hamon et al. 1995; Dumont 1998) ou absent sur la liste des ignames recensées pour l'Afrique Centrale (Hladik et al. 1984; Dumont et al. 1994). Avec la dévastation croissante des forêts et l'augmentation de la population dans les différents lieux de cueillette, ce produit pourrait se raréfier et se trouver menacé de disparition. Il est important de mener des actions pour mieux connaître et valoriser les espèces alimentaires afin qu'elles puissent mieux répondre aux exigences de la sécurité alimentaire, et également, afin de les sauver et de les conserver pour les besoins des générations futures. Le travail initié au Centre de Recherches sur l'Amélioration Génétique des Plantes (CERAG) vise une meilleure connaissance de l'importance de *D. liebrechtsiana* et explore la possibilité de domestication d'une espèce déjà intégrée dans les mûrs alimentaires des populations.

### **Matériel et méthodes**

#### **Enquêtes relatives à la consommation de *D. liebrechtsiana***

Pour apprécier l'importance de la consommation du *Dioscorea liebrechtsiana*, nous avons procédé aux enquêtes sur six marchés de Brazzaville à savoir Total, Commission, Bourreau, Ouenzé, Mounkali et Mikalou. Ces enquêtes ont été menées pendant la période allant de septembre 2001 à janvier 2002, période pendant laquelle les cueillettes et les ventes sont réalisées. Un passage a été effectué chaque mois sur les 6 marchés au même moment. Au niveau de chaque marché, nous avons enregistré chez 5 vendeurs pris au hasard le nombre de bottes vendues et



le prix de la botte. Nous avons également recensé le nombre de vendeurs par marché, le nombre de pousses par botte et nous avons pesé les bottes.

#### *Etude des possibilités de disposer des plantes et conditions de mise en culture in vitro*

Les tubercules de *Dioscorea liebrechtsiana* ont été collectés à Moulenda (Sous-préfecture de Louingui dans le Département du Pool) et dans la banlieue sud de Brazzaville. Ces tubercules sont transportés en entier au Centre de Recherches sur l'Amélioration Génétique des plantes (CERAG) à Brazzaville. Ils ont ensuite été divisés en semenceaux pesant 100 à 150 grammes et ont été mis en terre. Au cours de cette étude, nous avons disposé d'un échantillon composé de 5 accessions de *D. liebrechtsiana*, localement dénommées « Kiboka », « Kiboumbou », « Mayanga 1 », « Mayanga 2 » et « Mayanga 7 ».

La réalisation du travail de culture *in vitro* a été rendue possible gr,ce à un équipement relatif à la culture *in vitro* au CERAG. Nous avons utilisé comme milieu de base de culture *in vitro*, le milieu minéral modifié de, sous forme gélosé et appelé MS. A ce milieu auquel ont été ajoutés du saccharose et des vitamines, nous avons suivant les besoins de l'étude, complémenté par une auxine, l'acide naphthalène acétique (ANA), une cytokinine, la benzylaminopurine (BAP) ou un acide gibbérellique ( $AG_3$ ). Pour l'expérimentation menée sur la multiplication *in vitro*, suivant la technique développée par Mabanza et al. (2001) sur le manioc, les plantes développées à partir des semenceaux cultivés ont fourni les échantillons végétaux utilisés. Quarante huit explants composent chaque traitement composé de boutures nodales. Après développement *in vitro*, les plantes obtenues ont été sevrées et transférées en terre ferme.

## Résultats

### Consommation de *D. liebrechtsiana*

Les ventes de *D. liebrechtsiana* débutent dès le mois de septembre et prennent fin en janvier. L'activité de vente encore faible en septembre atteint rapidement le maximum au mois de novembre ou est réalisé le maximum de ventes par jour au niveau de 6 marchés de Brazzaville (figure 1). Ensuite, elle décroît jusqu'au mois de janvier qui marque la fin de la cueillette.

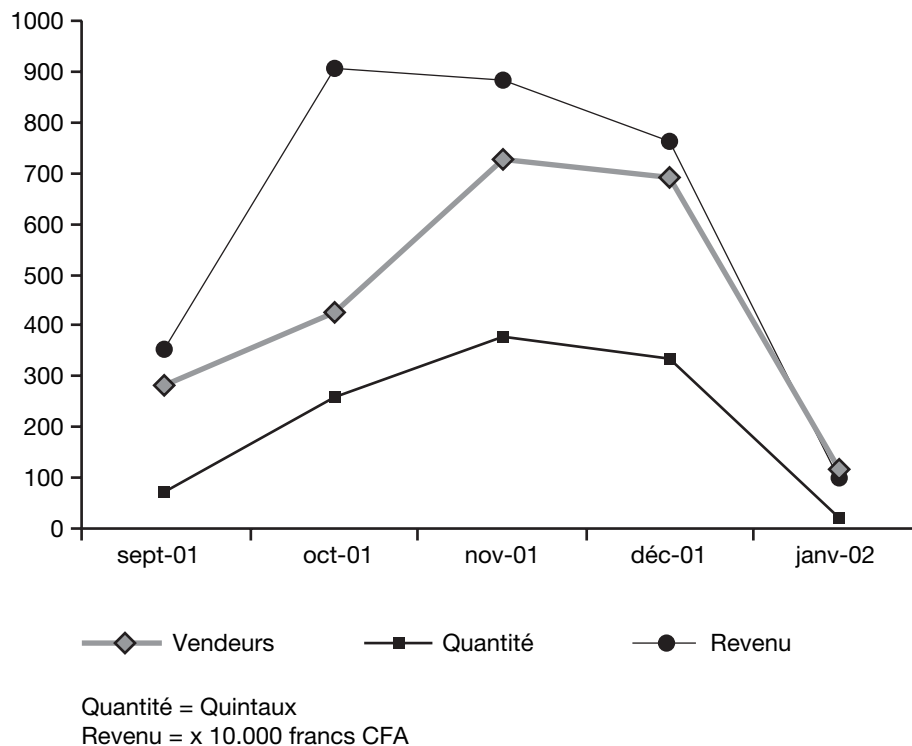


Figure 1: Evolution des ventes journalières de *Dioscorea liebrechtsiana* au niveau de 6 marchés de Brazzaville

Le nombre de vendeurs par jour n'est que de 281 au niveau des 6 marchés au mois de septembre. Ce nombre évolue et atteint son maximum au mois de novembre avec 731 vendeurs par jour. Il reste élevé au mois de décembre (691) et diminue rapidement au mois de janvier pour tomber à 116 en fin de mois. Ceci marque la fin de la période de vente à cause de la lignification des parties apicales.

La quantité de pousses vendues suit également la même tendance. En septembre 7,4 tonnes sont vendues par jour au niveau des 6 marchés. Cette quantité augmente et atteint 37,7 tonnes par jour au mois de novembre. Elle reste également élevée au mois de décembre avec 33,4 tonnes et descend à 2 tonnes en fin janvier. La quantité cumulée pour l'année 2001 atteint 3135 tonnes.

Les ventes de *D. liebrechtsiana* procure des revenus non moins négligeables. Au mois de septembre, début des cueillettes, les 6 marchés totalisent près de 3 500 000 de francs CFA de vente par jour. Au mois d'octobre ces ventes atteignent 9 000 000 de francs CFA par jour. Ces revenus restent élevés en novembre (8 900 000 de francs CFA) et décembre (7 700 000 de francs CFA) et descendent à 1 000 000 de francs CFA par jour au mois de janvier. Ainsi la cueillette de *D. liebrechtsiana* constitue une source alimentaire et une source de revenus non négligeable.

### **Multiplication de *D. liebrechtsiana***

Les possibilités de multiplication de *D. liebrechtsiana* ont été explorées. La première possibilité de multiplication a consisté à multiplier le *D. liebrechtsiana* à partir du tubercule pour obtenir de nouvelles plantes. Les accessions collectées sous forme de tubercules pesant de 500 grammes à 3 kilogrammes ont été fragmentées en semenceaux de 100 à 150 grammes. Plantées au CERAG elles se sont normalement développées. Elles ont produit après 9 mois des tubercules de 500 grammes à 2 kilogrammes. On peut ainsi multiplier une accession collectée et obtenir plusieurs copies après un cycle de culture. Suivant la taille du tubercule collecté, 5 à 15 copies sont possibles.

La deuxième possibilité de multiplication du *D. liebrechtsiana* s'est intéressée à la culture *in vitro*. Cette technique développée au CERAG a permis d'obtenir de nombreuses plantes à partir de la culture *in vitro* de la bouture nodale des plantes des accessions développées au CERAG. Après 60 jours en culture *in vitro*, les plantes obtenues sont sevrées et transférées sur la terre ferme avec une réussite de 90% (Tableau 1). La technique de la culture *in vitro* augmente d'une façon considérable l'obtention de nombreuses copies des accessions collectées.

Tableau 1: Etablissement des plantes obtenues de culture *in vitro* 3 mois après transfert en terre

Cultivars	Nombre sevré	Nombre développé	Non développé	% de réussite	% de pertes
Mayanga 1	48	39	9	81,25	18,75
Mayanga 2	-	42	6	87,50	12,50
Mayanga 7	-	42	6	87,50	12,50
Kiboumbou	-	45	3	93,75	6,25
Kiboka	-	48	0	100	0
Total	240	216	24	90	10

### **Discussion et conclusion**

Selon la FAO (1999), la production mondiale d'igname est de 33 000 000 de tonnes en 1998, dont 96% pour l'Afrique. Pour le Congo cette production qui était de 50 000 tonnes en 1973 est tombée à 13 000 tonnes en 1998. Ces chiffres indiquent la participation de l'igname dans l'alimentation des populations. Cette consommation réalisée sous forme de tubercules n'intègre pas celle pratiquée sous forme de légume. En outre, elle s'intéresse exclusivement aux formes

cultivées. Comme le notent Bahuchet et al. (1991), la quantité vendue de 3135 tonnes au niveau de 6 marchés de Brazzaville montre qu'une part non négligeable des besoins alimentaires des populations est parfois satisfaite par des produits de cueillette. De même le revenu généré par les ventes pendant une période de 5 mois paraît important, et de la sorte ces ventes participent également à la réduction de la pauvreté des populations. Dès lors que l'on peut disposer des copies des accessions collectées, on peut avantageusement mener un travail de collecte de matériel végétal, puis réaliser une sélection pour obtenir des clones désirés. Le fait qu'il soit possible d'obtenir des tubercules commercialisables à partir des accessions collectées montre qu'à l'instar de *D. rotundata x cayennensis*, *D. dumetorum* et *D. prahensis* (Dumont et al. 1994; Dumont et Vernier 1997; Dumont 1998), *D. liebrechtsiana* peut également être cultivé. Il peut par conséquent procurer une forte production et mieux participer à l'alimentation humaine.

### Références

- Bahuchet J, McKey D, Garine I. 1991. Human Ecology. Vol. 19, Special issue: 213-243.
- Bricas N, Attaie H. 1998. La consommation des ignames: Synthèse des connaissances et enjeux pour la recherche. In: L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Actes du Séminaire International Cirad-Inra-Orstom-Coraf, Montpellier, France, 3-6 juin 1997, (Berthaud J, Bricas N, Marchand JL, eds): 21-30.
- Dumont R. 1998. Domestication des ignames en Afrique. In: L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Actes du Séminaire International Cirad-Inra-Orstom-Coraf, Montpellier, France, 3-6 juin 1997, (Berthaud J, Bricas N, Marchand JL, eds): 119-125.
- Dumont R., Vernier P. 1997. La domestication des ignames (*D. cayennensis-rotundata*) chez les populations *Bariba* du Bénin. Actes du Colloque Gestion des Ressources Génétiques des Plantes en Afrique des savanes. Bamako, Mali, 24-28 février 1997: 47-54.
- Dumont R, Hamon P, Seignobos C. 1994. Les ignames au Cameroun. Actes du Colloques Repères-Cultures Annuelles. CIRAD-CA, Montpellier, France: 79 pp.
- FAO. 1999. Culture et utilisation de l'igname pour améliorer la sécurité alimentaire, Texte de référence. FAO, Rome, Italie.
- Hamon P, Dumont R, Zoundjihékpon J, Tio-Touré B, Hamon S. 1995. Les ignames sauvages d'Afrique de l'Ouest. Ed. ORSTOM, Paris: 84 pp.
- Hladik A, Bahuchet S, Ducatillon C, Hladik CM. 1984. Les plantes à tubercules de la forêt dense d'Afrique Centrale. Revue d'Ecologie du Laboratoire d'ECOTROP du CNRS, 39: 249-290.
- Mabanza J, Otabo FR, Moussouami C. 2001. Conservation *in vitro* du germoplasme des cultivars africains de manioc (*Manihot esculenta* Crantz). Bulletin de Ressources Phytogénétiques de l'IPGRI. 125: 29-32.
- Miatéo S. 1998. L'igname au Congo. In: L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Actes du Séminaire International Cirad-Inra-Orstom-Coraf, Montpellier, France, 3-6 juin 1997, (Berthaud J, Bricas N, Marchand J., eds): 399 pp.
- N'kounkou JS. 1993. La section *Enantiophyllum uline* du genre *Dioscorea* en Afrique Centrale. Journ. Bot. 126 (1): 45 – 70
- N'kounkou JS, Lejoly J, Geerinck D. 1993. Les Dioscoreaceae du Congo. Fragm. Flor. Geobot. Sppl. 2 (1): 139–182.
- N'kounkou JS, Geerinck D. 1993. La distribution phytogéographique des Dioscoreaceae Africaines. Abstract du Colloque International de Phytogéographie Tropicale, Réalités et Perspectives, Paris, 6 – 8 juillet 1993. Université Pierre et Marie CURIE, Paris.
- N'kounkou JS. 1996a. Synthèse taxonomique des *Dioscorea* (Dioscoreaceae) d'Afrique Centrale (Congo, Zaïre, Rwanda, Burundi). Fragm. Flor. Geobot. 41 (2): 595 – 610.
- N'kounkou JS. 1996b. L'homme et l'igname au Congo. In: Biodiversity of African Plants. (Van der Maesen LJG, Van der Burgt XM, Van Medenbach de Rooy JM, eds). Kluwer Academic Publishers: 761–767.

## Conservation des ressources génétiques forestières: Quels rôles pour les Centres de Semences Forestières en Afrique de l'Ouest et du Centre

M. Ouédraogo, S. Sina

Centre National de Semences Forestières, Ouagadougou, Burkina Faso

### Résumé

La situation des forêts africaines est caractérisée par une perte annuelle de 5,3 millions d'hectares dont 1,3 million en Afrique de l'Ouest, particulièrement touchée (FAO 2002). Il en résulte une perte accélérée des ressources génétiques qui s'accompagne d'une érosion génétique et d'une réduction de la diversité biologique avec des conséquences économiques et biologiques graves (Ouédraogo 1999).

Face à cette situation préoccupante, la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre développent des politiques nouvelles d'aménagement, de conservation et d'utilisation des ressources génétiques forestières.

C'est dans ce contexte qu'il faut situer l'action des Programmes Nationaux de Semences (PNSF) dont l'expérience de celui du Burkina Faso est largement partagée dans la présente communication. Le rôle des PNSF est d'autant plus important que leurs activités intègrent plusieurs aspects qui contribuent en amont et en aval à la conservation des ressources génétiques:

- La connaissance du potentiel existant par l'exploration des aires naturelles des espèces et l'identification des peuplements semenciers constituent un préalable nécessaire à toute action de conservation;
- La production de semences destinées à la restauration des zones dégradées, à la mise en place de plantations conservatoires *ex situ* et de banques de gènes, à l'évaluation des performances des espèces et provenances assure le maintien de leur diversité;
- La conduite de diverses activités de recherche visant à la connaissance d'un certain nombre de paramètres biologiques et techniques est capitale pour l'élaboration de stratégies appropriées de conservation des ressources génétiques forestières;
- La formation dispensée dans le cadre des PNSF en vue de vulgariser les bonnes pratiques, contribue au renforcement des capacités techniques des différents acteurs, principaux utilisateurs et gestionnaires des ressources génétiques forestières;
- Enfin, les actions de certification et de contrôle du matériel végétal par les PNSF et leur contribution à la définition de politiques forestières nationales assurent une préservation des ressources génétiques contre d'éventuelles pollutions génétiques et contribuent à une responsabilisation de l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion des ressources génétiques forestières.

En dépit de ce rôle capital des PNSF dans la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières, il est paradoxal de noter que la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre ne sont pas dotés véritablement de tels programmes ou disposent de programmes insuffisamment fonctionnels dont il convient de renforcer les capacités humaines, scientifiques et techniques, ce qui repose une fois encore la nécessité de développer la coopération régionale et internationale.

### Introduction

Les forêts africaines constituent une réserve inestimable de biens et de services. En effet, les ressources dont elles recèlent participent largement à la satisfaction des besoins alimentaires, énergétiques, médicaux et culturels des communautés. En outre, ces ressources contribuent pour une part importante aux économies locales et nationales.

Cependant l'exploitation souvent incontrôlée dont sont l'objet ces forêts provoque une perte accélérée des ressources génétiques. Cette destruction des forêts est considérée comme la cause principale de réduction potentielle de la diversité biologique avec des conséquences économiques et biologiques graves. Si cette destruction se poursuit encore davantage, elle compromettra sans aucun doute l'économie et le bien-être des populations.

La surexploitation des ressources forestières se traduit en Afrique par une perte annuelle de 5,3 millions d'hectares de superficie forestière (0,78%) (FAO 2002). Cette situation est particulièrement perceptible en Afrique de l'Ouest qui enregistre un fort taux annuel de régression de la superficie forestière estimée à -1,5% (FAO 2002).

Dans les zones sèches ouest-africaines (Burkina, Mali, Niger, Mauritanie, Tchad), cette pression sur les ressources génétiques forestières due principalement aux mauvaises pratiques humaines (agriculture itinérante, surpâturage, coupe incontrôlée de bois, feux de brousse) conjuguées aux effets drastiques de la sécheresse entraîne une déforestation et la disparition de peuplements entiers de certaines espèces. Ainsi par exemple, au Burkina Faso un certain nombre d'espèces (*Acacia senegal*, *Dalbergia melanoxylon*, *Pterocarpus lucens*) sont menacées de disparition alors que d'autres comme *Celtis integrifolia* et *Adenium obesum* sont même en voie d'extinction.

Dans les zones humides ouest africaines, le développement des cultures de rente (café, cacao, caoutchouc) et la surexploitation des forêts pour le bois d'œuvre expliquent en grande partie la déforestation alors que les incendies de forêts constituent l'un des principaux obstacles à la conservation et l'aménagement durable de ces forêts.

Si la situation de l'Afrique Centrale, fortement boisée (35% de la superficie forestière du continent), ne semble pas aussi préoccupante que celle de l'Ouest, les quantités de ressources prélevées étant estimées globalement inférieures à l'accroissement, on note tout de même une surexploitation des forêts en constante augmentation avec les besoins des populations. Les principales causes de déforestation dans cette sous-région sont l'agriculture, le développement des cultures de rente, l'urbanisation l'exploitation minière. L'exploitation commerciale du bois d'œuvre, parce que sélective, peut conduire à un épuisement à court terme des espèces commercialisées.

L'érosion génétique et la perte de diversité qui accompagnent la dégradation des forêts représentent aujourd'hui une des principales préoccupations dans le cadre de la conservation des ressources génétiques forestières.

Face à cette situation inquiétante, et en l'absence d'informations actualisées et fiables sur les superficies des forêts africaines d'une part et le manque de données sur la biologie et l'organisation génétique de la plupart des espèces, il apparaît le besoin urgent de disposer des outils nécessaires pour développer des stratégies et approches appropriées d'aménagement, de conservation et d'utilisation des ressources génétiques forestières.

Conscients de cet enjeu, la plupart des pays ont adopté ou sont en train de développer de nouvelles politiques basées sur le concept d'aménagement et de gestion durable des forêts.

La gestion des ressources génétiques forestières doit être considérée dans un cadre global intégrant à la fois des aspects scientifiques, techniques et institutionnels et associant les populations.

Quel peut être dans ce contexte la contribution des programmes nationaux de semences forestières à la conservation des ressources génétiques forestières?

Initialement conçus pour assurer l'approvisionnement des organismes de reboisement en semences forestières destinées à la mise en place de plantations, les programmes nationaux de semences forestières, structures à gestion jusqu'alors centralisée, ont connu une évolution pour répondre aux préoccupations concrètes suivantes:

- connaître les sources de semences des différentes espèces;
- assurer la viabilité des semences diffusées;
- assurer la pérennité des sources de semences;
- garantir la qualité physiologique et génétique du matériel fourni;
- développer des techniques de production des plants en pépinières, adaptées aux espèces locales, au profit des utilisateurs de semences;



- combler le manque d'informations sur la sylviculture des espèces;
- générer des informations sur la phénologie, l'écologie et la biologie des espèces;

Pour apporter des réponses adéquates à toutes ces questions dont la finalité est en définitive d'assurer une disponibilité permanente en semences de qualité physiologique et génétique garantie, et une préservation des sources de semences, le rôle des programmes nationaux de semences forestières a donc évolué pour inclure aussi bien l'utilisation que la conservation des ressources génétiques forestières.

La notion de « semences forestières » revêt aujourd'hui le sens large de « ressources génétiques de plantes ligneuses » et il serait donc souvent plus juste de parler de « programme pour l'utilisation et la conservation des ressources génétiques des plantes ligneuses » (Graudal 1999).

La conservation des ressources génétiques forestières vise à maintenir la variation génétique inter et intraspécifique chez des essences soigneusement ciblées. Celle-ci place le maintien de la diversité génétique intraspécifique comme pilier fondamental des activités de conservation.

Il convient toutefois de constater qu'en Afrique de l'Ouest et Centrale, seuls le Burkina Faso, le Sénégal, le Niger, le Congo, la Côte d'Ivoire, le Mali et le Togo disposent de programme national de semences forestières structuré ou plus souvent de petites unités de semences forestières plus ou moins fonctionnelles intégrées dans les instituts de recherche.

La présente communication qui présente les apports des programmes nationaux de semences forestières dans la conservation des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest et Afrique Centrale, s'inspire largement des acquis du CNSF du Burkina dont l'expérience a par ailleurs bénéficié à de nombreux pays africains.

## **Présentation du CNSF du Burkina Faso**

### **Organisation**

Créé en 1983, le Centre National de Semences Forestières (CNSF) a été érigé en EPA (Etablissement Public à caractère Administratif) en 1997. Depuis lors, il jouit d'une certaine autonomie administrative et financière. En 1988 le CNSF a connu une décentralisation avec la création de quatre structures relais dénommées Antennes Régionales de Semences Forestières (ARSF) localisées dans quatre régions agroclimatiques différentes du pays. L'objectif de cette décentralisation est de rendre plus efficace la mise en œuvre des actions du CNSF en prenant en compte les préoccupations de l'ensemble des acteurs impliqués dans la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières.

### **Objectifs du CNSF**

Les programmes nationaux de semences forestières visent des objectifs dits de développement et des objectifs immédiats. Tout programme contribuera à l'objectif de développement par la poursuite d'objectif immédiat plus spécifique dans le but d'utiliser et de conserver les ressources génétiques.

### **Objectifs de développement**

Les objectifs de développement du CNSF Burkina sont:

- appuyer les programmes de reconstitution du couvert végétal par la production de semences de bonne qualité physiologique et génétique et en assurer la diffusion;
- contribuer à la promotion des espèces forestières locales par leur domestication à travers la recherche en sylviculture, écologie et amélioration génétique;
- contribuer à la conservation de la diversité biologique par l'identification et l'évaluation des espèces forestières et le développement de stratégies pertinentes de conservation des ressources génétiques;
- contribuer au renforcement des capacités des communautés de base et des techniciens du développement rural par un transfert soutenu des connaissances.

### Objectifs immédiats

Les objectifs immédiats qui découlent des objectifs de développement sont:

- développer une stratégie de gestion des peuplements semenciers;
- assurer la conservation des semences forestières pour des utilisations courantes et futures;
- mettre en place un herbier de référence;
- développer des techniques de production de plants au profit des pépiniéristes et autres acteurs du monde rural.

### Rôle des programmes nationaux de semences forestières

Le rôle des PNSF dans la conservation des ressources génétiques forestières peut être défini à travers quatre catégories d'activités: production, recherche, formation et législation.

### Production

La production de semences implique la mise en œuvre de plusieurs activités:

- La prospection, l'identification et la sélection des peuplements semenciers naturels. Cette activité qui permet la sélection de populations d'arbres d'espèces locales est un moyen de mieux connaître le potentiel de ressources génétiques d'espèces précises. Les peuplements recensés sont ensuite cartographiés ce qui fournit des informations nécessaires à la gestion des ressources des espèces concernées. Au Burkina Faso, le CNSF a identifié à travers le territoire environ 1 200 peuplements semenciers répartis dans les six zones semencières que compte le pays. Certaines zones dont les espèces présentent des intérêts particuliers pour l'homme et les animaux (gomme, bois, produits alimentaires et de pharmacopée, etc.), ont fait l'objet d'une prospection, voire d'un inventaire détaillé et approfondi. C'est le cas par exemples de *Acacia laeta*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Anogeissus leiocarpus*, *Khaya senegalensis*, *Parkia biglobosa*, etc. Le tableau n°1 donne les résultats de prospection et/ou inventaire de quelques espèces.
- L'aménagement des sources de semences (peuplements) en vue d'assurer une production soutenue de semences. Ces aménagements sont des moyens de gérer durablement les ressources phytogénétiques. Au Burkina Faso, les populations riveraines sont associées dans certains cas à l'aménagement, donc à la gestion durable des peuplements semenciers de leurs terroirs.
- La récolte: La récolte des semences se fait selon des normes techniques prescrites visant à piéger le maximum de diversité génétique et est réalisée en fonction des objectifs de récolte.
- La récolte de semences destinées au reboisement: dans ce cas, la récolte se fait généralement sur une portion limitée de l'aire, à partir de populations que les essais de provenances ont désignées comme étant bien adaptées aux conditions écologiques des stations à reboiser. Toutefois, étant donné que dans de nombreux pays on démarre des programmes de reboisement avant d'avoir suffisamment d'information sur le

Tableau 1: Résultats de prospection de quelques espèces utilitaires

Espèces	Zones semencières						Total peuplement recensés
	1	2	3	4	5	6	
<i>Acacia senegal</i>	125	147	78		43		393
<i>Acacia seyal</i>	24	27	31	12	16		109
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	9	17	26	10			62
<i>Khaya senegalensis</i>		3	5	3			11

1. Nord sahélien      4. Sud soudanien      5. Sourou  
2. Sud sahélien      3. Nord soudanien      6. Comoéo

comportement des diverses provenances, on procède souvent à des rapprochements climatiques et édaphiques pour choisir les meilleures sources probables de semences. Dans ce type de récolte, le matériel végétal est utilisé soit pour la reconstitution du couvert végétal des zones dégradées, principalement dans les zones sèches d'Afrique de l'Ouest en vue d'inverser le processus de désertification soit pour la mise en place de plantations de bois de feu ou de bois d'œuvre ou des plantations à des fins industrielles dans les zones humides. Il s'agit dans ces cas de régénérer des ressources génétiques forestières. Au Burkina Faso, le CNSF produit annuellement en moyenne 3,5 tonnes de semences forestières dont l'essentiel est destiné à la mise en place de plantations dans le cadre des campagnes de reboisement. Ainsi, plusieurs milliers de plants sont mis en terre chaque année grâce aux semences diffusées. Dans ce sens, cette activité contribue sans conteste à une conservation des ressources phytogénétiques. Elle contribue en effet au maintien de la variabilité génétique intraspécifique.

- La récolte en vue d'évaluation: L'évaluation se rapporte d'une part à la réalisation d'essais d'espèces et de provenances dans lesquels on évalue l'étendue et le type de variation, l'adaptation des diverses espèces ou provenances aux stations de reboisement envisagées et d'autre part aux essais en laboratoire utilisant des méthodes biochimiques et moléculaires en vue de connaître la structure génétique des populations des espèces étudiées. La récolte porte en principe sur toute l'aire de l'espèce. Si l'on ne dispose pas d'informations suffisantes sur la répartition de l'espèce, des recherches dans la littérature et dans les herbiers, des contacts avec des forestiers, des botanistes amateurs et autres personnes vivant dans son aire naturelle ou à proximité, peuvent aider à en définir les limites. Le nombre de provenances à échantillonner dépendra de l'étendue et de l'hétérogénéité de l'aire de répartition et de la diversité génétique de l'espèce. Le nombre d'arbres échantillonnés par peuplements variera selon l'essence et son système de reproduction. On considère que 25 à 30 arbres au moins par peuplement constitue un échantillon représentatif. Pour les essais de provenances, des quantités identiques de semences des différents arbres d'un même peuplement sont mélangées et utilisées. Des récoltes de descendances séparées sont faites dans le cas d'études de variabilité génétique, c'est-à-dire que les différents lots de semences récoltées sont maintenues séparées. A titre d'exemple plusieurs équipes du CNSF ont réalisé en 1993 une récolte de semences de *Parkia biglobosa*, en vue d'évaluation, dans une douzaine de pays en Afrique de l'Ouest et du Centre (Burkina, Mali, Niger, Nigeria, Côte d'Ivoire, Sénégal, Guinée Conakry, Togo, Bénin, Ghana, Tchad, Cameroun). Soixante populations ont ainsi été échantillonnées sur l'aire de répartition de l'espèce et 25 à 30 arbres ont été effectivement sélectionnés dans chaque population. En outre, des essais de provenances sont mis en place par le CNSF dans cinq stations différentes dans les ARSF. Ce type de récolte fournit le matériel végétal nécessaire à la détermination des paramètres biologiques des espèces dont la connaissance est indispensable à la formulation de stratégie de conservation des ressources génétiques forestières.
- La récolte en vue de la conservation *ex situ* doit permettre de capturer le maximum de variation et de la maintenir en dehors du site originel de récolte. L'élaboration d'une telle stratégie ne peut se faire sans une connaissance approfondie du système de reproduction, de la structure génétique des populations et du flux des gènes dans et entre les populations. En l'absence de toutes ces informations, la récolte se fait en échantillonnant selon les moyens, un maximum de populations réparties sur l'aire de répartition de l'espèce. 25 à 30 arbres distants de 100 à 300 m seront échantillonnés par populations.

Cette récolte permet le développement de banques de gènes et la mise en place de plantations conservatoires destinées à assurer ainsi la conservation de ressources génétiques en dehors de leurs sites naturels.

### *Recherche*

Pour enrayer l'érosion des ressources génétiques forestières, il est essentiel de les conserver et d'en assurer l'utilisation de manière durable. L'élaboration de stratégie de conservation appropriée pour une espèce ou un écosystème donné requiert la connaissance de certains types d'informations dont les données biologiques et des renseignements d'ordre social et économique. A cet effet des actions de recherche sont conduites par les programmes nationaux de semences forestières sur les points suivants:

### *Sylviculture*

Les recherches sur la sylviculture des espèces ont pour but une meilleure utilisation des semences des différentes espèces et également une meilleure connaissance des conditions de culture des arbres forestiers. La connaissance de ces données conditionne la réussite des activités de reboisement donc de propagation des espèces.

### **Physiologie des semences**

Les activités sont essentiellement conduites en laboratoire et permettent de déterminer les conditions optimales d'utilisation des semences, notamment à travers les études de germination et de conservation des semences. La connaissance des conditions de germination et de conservation est un préalable important pour l'utilisation des semences forestières à court, moyen et long terme.

Ces recherches constituent le pilier de la conservation *ex situ* dans les banques de semences et dans les plantations conservatoires.

### **Evaluation du matériel végétal**

#### *Mise en place d'essais au champ*

Les essais au champ visent à déterminer les espèces, les provenances ou les descendances les mieux adaptées aux conditions des essais. Les meilleures provenances (production de bois, résistance à la sécheresse, etc.) seront ensuite utilisées en plantations. L'utilisation de ces espèces ou provenances mieux adaptées aux conditions du milieu et aux besoins des utilisateurs contribue ainsi à assurer la préservation des ressources génétiques.

#### *Etudes de diversité génétique*

Ces études sont généralement menées au moyen de marqueurs biochimiques (les isozymes), mais aussi en utilisant des marqueurs moléculaires. Elles visent à déterminer la structure génétique des espèces. Ainsi le niveau et la répartition spatiale de la diversité génétique des populations récoltées dans l'aire naturelle d'une espèce sont évaluées.

La connaissance de la diversité génétique est un préalable indispensable à la définition de stratégies de conservation, de gestion et d'utilisation des ressources forestières. La régénération des forêts, qui se fait principalement par des graines issues des arbres *in situ*, dépend du maintien de cette diversité en particulier pour faire face à des changements climatiques imprévisibles ou pour établir un programme d'amélioration.

Des études de diversité génétiques ont été conduites au CNSF pour un certain nombre d'espèces dont *Acacia senegal*, *Acacia macrostachya*, *Faidherbia albida* et *Parkia biglobosa*.

#### *Systèmes de reproduction et flux de gènes*

Le système de reproduction et les flux de gènes sont des facteurs importants qui déterminent la structuration génétique des espèces et la stratégie de conservation doit en tenir compte. Ainsi pour une espèce allogame et pollinisée par le vent, dont la majorité de la variabilité génétique est intra-population, préserver un petit nombre de populations sera suffisant. Au contraire, pour une espèce autogame et à variabilité inter-population importante, il faudra augmenter le nombre de populations.

***Amélioration génétique et sélection***

La sélection permet de mettre en exergue les meilleures variétés, résistantes à différents facteurs de destruction telles que les sécheresses, les maladies, etc. De ce point de vue, les recherches en amélioration génétique contribuent sans conteste à la conservation des ressources phytogénétiques.

**Botanique systématique et études ethnobotaniques**

Des activités de recherche non moins négligeables entreprises dans des centres de semences contribuent à une meilleure conservation des ressources génétiques forestières. Ce sont les recherches en botanique systématique, qui contribuent à une meilleure connaissance de la flore des zones couvertes par les activités du centre de semences. Ces informations de base sur la taxonomie sont nécessaires pour consolider l'assise scientifique des stratégies de conservation.

Dans le cas du Centre de semences du Burkina Faso, un herbier est mis en place depuis 1996. Il est composé de 1619 échantillons de 364 espèces appartenant à 78 familles botaniques.

L'herbier représente donc une source importante d'informations sur la diversité végétale et sur les ressources génétiques forestières disponibles dans une zone donnée.

Le matériel d'herbier permet de donner des clés d'identification, des flores, des cartes de distribution, etc. Un herbier constitue une source d'information importante pour les chercheurs, les utilisateurs des plantes, les populations, les élèves et étudiants.

Les recherches en ethnobotanique ont pour but de mieux connaître l'utilisation faite des espèces par les populations; ces connaissances participent à l'élaboration de stratégies adaptées à la conservation des ressources phytogénétiques. Au niveau local, les multiples utilisations justifient la conservation des espèces locales dans les terroirs.

***Renforcement des capacités des utilisateurs de semences: formation des acteurs et conservation des ressources génétiques forestières*****La formation et la vulgarisation**

Il s'agit pour les programmes nationaux de semences de mettre à la disposition des différents acteurs (techniciens, producteurs, ONG, structures étatiques, etc.) des outils nécessaires à une gestion durable des ressources génétiques forestières.

Dans le cas du Centre National de Semences Forestières du Burkina Faso, les activités de formation comprennent les thèmes suivants:

- Techniques de récolte de semences;
- Botanique et systématique: ou reconnaissance des espèces forestières;
- Production de plants en pépinières;
- Aménagement et gestion des peuplements semenciers;
- Techniques de prétraitement des semences;
- Conservation des semences forestières particulièrement en milieu rural.

Les actions de vulgarisation portent sur les résultats de recherche obtenus par le CNSF et permettent également de diffuser l'information sur l'utilisation appropriée des semences.

Le CNSF participe par ailleurs à l'éducation environnementale des jeunes en particulier. Ainsi, des élèves visitent annuellement le CNSF.

Ces activités de formation et de vulgarisation constituent à n'en pas douter des moyens de transfert des meilleures pratiques en matière de conservation des ressources phytogénétiques. Le CNSF participe également à la formation des cadres et techniciens (nationaux et étrangers) du développement rural sur la conservation et l'utilisation durables des ressources génétiques forestières.

La production de documents didactiques, techniques sur les ressources génétiques forestières est également un puissant outil de sensibilisation et de transfert des connaissances en matière de conservation des ressources génétiques forestières.



### **Législation**

En matière de législation, les programmes nationaux de semences forestières contribuent activement à l'élaboration de textes visant une meilleure conservation des ressources forestières. Ainsi par exemple, le CNSF au Burkina Faso a contribué à la formulation de la Politique Forestière Nationale, du code de l'environnement et du code forestier, de la stratégie nationale de développement rural décentralisé et de l'état de l'environnement au Burkina Faso (respectivement MET 1990, ADP 1997 a b, SP/CONAGESE 2000, SP-CONAGESE/ SOCREGE/ ANTEA/PRETAGEME. 2001, Premier Ministère 2003). Le CNSF contribue à faire le point des espèces menacées ou en voie de disparition contenus dans la stratégie nationale et les plans d'action sur la diversité biologique du Burkina Faso (SP/CONAGESE PNUE – FEM 1999, SP/CONAGESE 2000).

La certification et le contrôle des semences qui sont une des principales fonctions normatives du Centre de semences permettent un meilleur suivi de la qualité du matériel végétal produit et diffusé à l'intérieur des Etats. Dans ce sens, il assure la conservation et le maintien des ressources génétiques du pays. Le contrôle permet de préserver les ressources génétiques du pays d'éventuelles pollutions génétiques.

### **Conclusion**

Les ressources génétiques forestières connaissent une régression inquiétante dû à la surexploitation et aux effets de la sécheresse. Des politiques sont développés par les différents Etats pour assurer l'aménagement et la gestion durable des forêts par les Etat. L'aménagement et la gestion durable des forêts impliquent plusieurs acteurs et intègrent à la fois des aspects scientifiques, techniques et institutionnels.

Pour faire face à cette situation plusieurs pays ont développé des programmes nationaux de semences forestières qui à travers la mise en œuvre d'activités de production de semences, de recherche, de formation et de contrôle contribuent considérablement à la conservation et à l'utilisation durable des ressources forestières.

Cependant, ces programmes ont dans la plupart des cas besoin d'être renforcés tant en moyens humains que matériels pour leur permettre d'assurer pleinement leur rôle. Il est donc plus que nécessaire de développer la coopération régionale et internationale en vue d'un échange d'expériences et une synergie d'actions.

### **Références**

- ADP. 1997 a. Code de l'environnement au Burkina Faso. Loi N 005/97/ADP du 31 janvier 1997.
- ADP. 1997 b. Code Forestier du Burkina Faso. Loi N 006/97/ADP du 31 janvier 1997.
- Arnold JEM, Dewees PA. 1995. Tree management in farmer's strategies. Response to agricultural intensification. Oxford Univ. Press. 292 pp.
- Baumer M. 1983. Notes on trees and shrubs in arid and semi-arid regions. FAO, Rome. EMASAR Phase, II. 270 pp.
- Baumer M. 1995. Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique Occidentale.
- Boffa JM. 2000. West African agroforestry parklands: key to conservation and sustainable management; Unasylva 200, Vol. 51. 2000.
- Food and Agriculture Organisation (FAO). 1997. State of the world forest resources.
- FAO. 2002. Evaluation des ressources forestières mondiales 2000. Rapport principal.
- Graudal L. 1999. Fonctions et rôles d'un programme national de semences forestières. In: Ouédraogo S, Boffa JM. 1999. Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique subsaharienne. Actes du premier atelier de formation sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest, Afrique centrale et Madagascar. Centre National de Semences Forestières, Ouagadougou 16 au 27 mars 1998. pp. 40-48.
- MET. 1990. Politique Forestière Nationale du Burkina Faso. Ouagadougou. 55 pp. + annexes.
- MET/ Secrétariat Permanent du Plan d'Action National pour l'Environnement (PANE). 1994. Le Plan d'Action National pour l'Environnement. (PANE). 2ème édition. 202 pp.
- Ministère de l'Agriculture. 2003. Proposition de programme cadre de développement agricole durable. 37 pp.

- Ouédraogo AS. 1999. Conservation des ressources génétiques forestières. In: Ouédraogo AS, Boffa JM. 1999. Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne. Actes du premier atelier de formation sur la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques forestières en Afrique de l'Ouest, Afrique centrale et Madagascar. Centre National de Semences Forestières, Ouagadougou 16 au 27 mars 1998. pp. 23-39.
- Premier Ministère. 2003. Document de stratégie de développement rural à l'horizon. Projet de Lettre de politique de développement rural décentralisée (LPDRD). 14 pp.
- SP/CONAGESE. 2000. Stratégie nationale et plan d'action du Burkina Faso en matière de diversité biologique. 163 pp.
- SP/CONAGESE PNUE – FEM. 1999. Monographie nationale sur la diversité biologique du Burkina Faso. 89 pp.
- SP-CONAGESE/ SOCREGE/ ANTEA/PRECAGEME. 2001. Etat de l'environnement au Burkina Faso. 132 pp.

## Foires de semences et champs de diversité comme stratégies de conservation, gestion et utilisation durable des ressources phytogénétiques

A. Sidibe

*Institut d'Economie Rurale (IER), Bamako, Mali*

### Resumé

Au Mali les variétés locales des céréales et légumineuses (mil, sorgho, niébé et voandzou) alimentaires ont été éprouvés par les déficits pluviométriques et le développement de la culture du coton. Il en a résulté une perte de variétés et des connaissances endogènes y relatives. Les études sur les approches participatives, foire de diversité des semences et champs de diversité ont été entreprises pour renforcer les capacités des paysans à conserver, gérer, et utiliser de façon durable les ressources phytogénétiques. Les variétés de mil, le sorgho, et le niébé ont été testées et caractérisées par les paysans selon leurs propres critères. Après la collecte des données au champ et leur analyse par les paysans et les facilitateurs, il y a la formation sur des thèmes portent sur l'ensemble des domaines qui peuvent contribuer à améliorer le niveau technique du paysan et des agents. En terme de résultats, l'approche a contribué entre autre à une sensibilisation des autorités technico-politico-administratives sur l'intérêt de la conservation des variétés locales, une diffusion des techniques améliorées, ainsi que de variétés traditionnelles et nouvelles et une amélioration du partenariat entre les paysans et la recherche.

### Introduction

L'importance du patrimoine global des ressources génétiques que nous avons dans les plantes cultivées a été reconnue en 1996. Les représentants de 150 pays ont adopté le Plan d'Action Mondial pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au cours de la quatrième Conférence Technique Internationale sur les ressources phytogénétiques qui s'est tenue à Leipzig (Allemagne) en 1996. La Conférence organisée par la FAO a encouragé la promotion et la mise en œuvre facile du Plan d'Action adopté par tous les partenaires.

Afin de satisfaire les requêtes et les recommandations de la Conférence Technique Internationale, la FAO a développé un Programme avec plusieurs bailleurs de fonds afin de renforcer la mise en œuvre du Plan d'Action. Le Programme promeut, identifie, soutient des activités qui sont en concordance avec les priorités du Plan d'Action. Un des objectifs principaux est de renforcer la conservation des ressources phytogénétiques dans le milieu paysan où on peut assurer l'évolution des variétés selon les conditions climatiques et l'accès des utilisateurs directs aux ressources; ce qui garantit la production alimentaire dans les pays concernés.

Par ailleurs, il est utile de préciser que l'adhésion du Mali à la Convention Internationale sur la Diversité Biologique s'est concrétisée par la ratification le 29 mars 1995 et par la formulation et l'adoption, en mai 2001, d'une stratégie nationale en matière de diversité biologique qui englobe également la biodiversité agricole. Dans la même logique et à l'instar de plusieurs pays membres de la FAO, le Mali, a signé lors de la 31ème Session de la Conférence de la FAO, le Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Agriculture et l'Alimentation adopté en novembre 2000.

Le Mali met en œuvre depuis plusieurs années une politique agricole centrée sur la recherche de la sécurité alimentaire. Malgré les efforts déployés dans le cadre de cette politique agricole, l'insécurité alimentaire liée à la pauvreté ne cesse de prendre des proportions inquiétantes avec, en 1998, 71,6 % de la population totale vivant en-dessous du seuil de pauvreté, dont 78 % de la population rurale. Les groupes les plus vulnérables à cette insécurité alimentaire (chronique ou conjoncturelle) sont les petits agriculteurs, des zones arides et semi-arides du pays.

La sécurité alimentaire de ces zones du Mali est fortement liée aux cultures des variétés locales de céréales et aux capacités des paysans à les utiliser. La biodiversité agricole existe dans les communautés agricoles grâce à son importance pour leur sécurité alimentaire. Les paysans sélectionnent et maintiennent leurs variétés selon leurs besoins diversifiés et continuent de le faire sans le considérer comme conservation. Pour cela, les activités à mener afin de renforcer la conservation en milieu paysan peuvent être effectuées avec succès seulement en incluant les paysans parmi les acteurs principaux et en étudiant leurs besoins. Le Gouvernement malien a reconnu ce fait en mettant en œuvre, à partir de 1998, un projet financé par le Fonds International pour le Développement Agricole (FIDA) et qui concerne le développement participatif de stratégies de conservation *in situ* et d'utilisation durable de ressources génétiques des plantes en zones pré-désertiques du Mali, ceci afin de renforcer la capacité des paysans à préserver et multiplier leurs variétés.

L'Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Institut International pour les Ressources Phytogénétiques ont fourni l'assistance technique durant ce projet. Au niveau national le projet a mis ensemble une gamme de partenaires qui sont impliqués dans le domaine de la conservation et l'utilisation des ressources génétiques. Au Mali, le projet a été géré par l'Unité des Ressources Génétiques (URG) de l'Institut d'Economie Rurale.

Dans le cadre du projet, les partenaires ont conçu et développé différents outils pour consolider la connaissance des paysans et pour leur donner les moyens de mettre à profit et diffuser ce savoir-faire plus efficacement. Le renforcement des capacités des paysans pour assurer la sécurité semencière et alimentaire en était l'objectif principal. Deux des outils développés pour assurer la conservation et l'utilisation des ressources génétiques des plantes étaient les Foires de Diversité des Semences et les Champs de Diversité (les CD ou Diversity Field Fora). Ces CD se basent sur l'approche agro-écosystémique en familiarisant les paysans aux différentes composantes des systèmes de production et à leurs interactions. Cette approche s'est inspirée des Champs Ecoles des Producteurs (développée dans le cadre du Programme de Gestion Intégré de la Production et des Déprédateurs et également des leçons apprises de la méthode de sélection participative (Participatory Plant Breeding) où les chercheurs et les paysans observent ensemble la diversité variétale afin de comprendre l'expression des différents caractères génétiques.

Les paysans comme les autres partenaires locaux ont témoigné leur grand intérêt de préserver et de renforcer la diversité variétale. Les chercheurs et les gestionnaires des « institutions » de recherche ont également exprimé leur intérêt par rapport aux deux approches comme outils participatifs permettant une recherche appliquée prenant en compte les besoins des utilisateurs.

Le présent document donne des résultats acquis dans le cadre de ces deux approches.

## **Objectifs**

### **Les foires des semences**

L'objectif global des foires de semences est la mise en place d'un mécanisme de préservation et d'utilisation durable des variétés locales et des savoirs traditionnels.

Les objectifs spécifiques sont de:

- connaître la diversité génétique que détiennent les paysans des zones concernées par la foire;
- favoriser les échanges d'expérience de variétés, de connaissances et produits/techniques de conservation entre les paysans;
- sensibiliser les autorités techniques, politico-administratives, locales, les paysans et les décideurs sur l'importance du matériel génétique local et enfin les partenaires au développement de l'impact de la diversité génétique.

### **Les champs de diversité**

L'objectif global des CD est d'appuyer les efforts de préservation des variétés locales et de renforcer les capacités des paysans comme acteur central de la sécurité alimentaire et de la lutte contre la pauvreté.

Les objectifs spécifiques concernent:

- le renforcement des capacités des paysans de comprendre, d'analyser, de gérer les ressources phytogénétiques pour leur utilisation durable;
- l'augmentation de la diversité génétique dans les exploitations paysannes;
- l'encouragement des échanges de connaissances entre les différents partenaires, principalement entre les paysans et les chercheurs;
- une prise de décision éclairée quand à l'adoption de variétés locales améliorées dans les villages;
- la sensibilisation et le renforcement des capacités des partenaires afin de mettre en place un système de gestion et d'utilisation durable de la biodiversité agricole; et
- une synergie entre les partenaires du projet d'une part et d'autre part les instances gouvernementales travaillant avec la recherche.

## **Méthodologies**

### **Les foires de semences**

#### *La mise en place de la commission d'organisation*

Elle est composée de plusieurs sous-commissions (hébergement, repas, médiatisation, animation, conduite des cérémonie, etc.)

#### *Les structures participantes*

La concertation avec les autorités locales et les services techniques de l'Etat a pour objectif de fixer les montants des primes de motivation pour l'ensemble des exposants (hommes et femmes) et la mise en place d'équipes d'enquêtes et d'investigations dans les villages retenus.

#### *Les enquêtes et les investigations*

Elles ont consisté au choix des paysans exposants (hommes et femmes) dans chaque village et à déterminer leur potentiel en matière de diversité. Les paysans constituaient les principaux acteurs pour les prises de décision.

Les ressources génétiques des espèces ciblées par le projet à savoir, le mil, le sorgho, le niébé et le voandzou ont fait l'objet de sensibilisation pour les expositions.

#### *La mise en place d'un jury*

Il s'occupe de l'évaluation des expositions (semences, variétés et produits de conservation) et délibère.

## **Champs de diversité**

Pour les CD, la méthodologie emporte:

1. Des enquêtes ou investigations villageoises pour identifier les besoins des paysans (variétés, formation, appui technique): il s'agit de collecter les données générales sur le village, diagnostiquer l'état des ressources phytogénétiques locales du village menacées de perte ou non, savoir les priorités des villageois et avoir leur aval pour la mise en oeuvre des activités en assemblée générale et choisir les 25 membres dont 5 femmes pour les activités CD repartis en 5 sous-groupes dont un secrétaire et un président. Dans des villages il y a un président pour les CD. L'agent joue le rôle de facilitateur et superviseur.
2. La formation des formateurs ou facilitateurs: les agents d'encadrement technique du service de vulgarisation sont les concernés. Elle est réalisée par l'IER/URG, la FAO, l'IPR, ou des consultants commis par la FAO, IER/Programmes recherches impliqués.
3. La mise en place des parcelles d'expérimentation qui comprenaient 6 variétés de la recherche et 6 variétés des paysans de différents villages y compris celles du village abritant le CD et leur suivi selon un protocole.
4. Les séances CD/rencontres hebdomadaires pour les observations sur les plants, les mesures de hauteur des plants, les constats d'attaques et d'évolution de la culture, etc. par les paysans de chaque sous-groupe détenant un cahier d'observation, des machines



à calculer, ruban, loupes pour les mesures, la collecte des données et la moyenne des mesures de hauteur: L'agent transcrit les données sur des fiches d'analyse agro-écosystème qui sont soumises à la coordination nationale pour exploitation et analyse. La journée finit par la formation: échange entre agents pour la compréhension scientifique et paysans pour la compréhension traditionnelle sur le thème technique du jour.

5. Les suivis par les agents de la recherche, des ONG (Fondation pour le Développement au Sahel FDS et l'Encadrement Technique) pour apporter un appui technique, comprendre les difficultés des paysans en matière de technologies, de variétés et échanger sur leur savoir.
6. L'analyse des données collectées et l'élaboration du rapport technique par la coordination Nationale. Au cours de la campagne, les variétés des cultures sont appréciées et classées, avant la récolte, après la récolte et après cuisson et dégustation selon les critères paysans. L'encadrement, de même que la recherche définissent leurs critères. Chaque variété est caractérisée par le paysan en faisant ressortir ces forces et faiblesses.
7. La journée porte ouverte de restitution des résultats pour passer en revue les résultats obtenus, les difficultés et perspectives par les paysans de chaque village CD en présence des partenaires et des autorités technico-politico-administratives des communes qui ont abrité les CD.
8. L'évaluation des CD par un indépendant.
9. Visite d'échange inter CD, participation aux journées porte ouverte de la recherche, visite d'autres paysans de différentes localités pour enrichir les expériences.

## Résultats

### Foires des semences

#### Exposition des variétés

A travers ces foires de semences organisées par l'IER/URG, la FAO et les ONGs (FDS, USC Canada, ACAS Gao) un riche patrimoine végétal a été exposé par les paysans et les paysannes. Plusieurs échantillons de variétés des espèces ciblées par le projet (mil, sorgho, niébé, voandzou) et même d'autres espèces (riz, maïs, blé, orge, pois, gombo, sésame, etc.) et des produits de conservation ont été exposés (Tableau 1).

Tableau 1: Nombre de variétés/écotypes exposées aux foires de semences de 2001 et 2002

ONG/site/ année	Nombre de variétés										
	Mil	Sorgho	Niébé	Voandzou	Blé	Riz	Pois	Orge	Maïs	Gombo	Sésame
FDS/Zura/San (2001)	61	69	68	52							
FDS/Zura/San (2001)	96	95	78	1		13	53		8	1	
USC/Douentza (2001)	102	150	53	27							
USC/Petaka/ Douentza (2001)	115	173	84	59						1	1
ACAS/Gao (2001)	11	38	14	0	2	68	2	2	1		
ACAS/Gao (2001)	14	40	13	0	1	140	1	1	1		

L'examen de ce tableau montre une gamme très variée d'espèces et de variétés locales cultivées exposées par les paysans. A Gao plus d'espèces ont été exposées avec une prédominance du riz "glaberima" attestant de l'importance de cette espèce dans l'alimentation des populations. Plus de variétés ont été exposées en 2001 par rapport à 2000 d'une manière générale dans les

sites. Trois types de sorgho ont été exposés à Gao (mare, décrue et pluvial). Des échanges d'information avec les paysans, il est ressorti qu'ils cultivent plusieurs variétés de caractéristiques différentes pour: satisfaire à des besoins spécifiques (social, culturel et économique) et sécuriser la production d'aliment.

#### *Produits traditionnels de conservation exposés*

C'est seulement à la FDS que plusieurs produits de conservation ont été exposés. Chaque produit est utilisé pour des espèces spécifiques pour une durée de 1 à 20 ans selon les espèces conservées et les produits utilisés. Parmi les produits exposés on note les écorces et feuilles de raisin sauvage, les plantes herbacées, la cendre, les écorces et feuilles de caicédrat, etc.

#### *Echanges des variétés*

Les échanges ont porté sur les échantillons de variétés locales:

mil: 69, maïs: 8, sorgho: 55, niébé: 80, voandzou: 59, riz: 30, gombo: 1, coton: 4

#### **Champs de diversité (quelques résultats)**

##### *Description des variétés existantes des espèces en test dans les villages par les paysans*

Le tableau 2 présente la description des variétés locales dans les villages.

Il existe une diversité intraspécifique au niveau de chaque village abritant les CD. Les paysans ne cultivent pas une seule variété pour des raisons de sécurité alimentaire et préservent les variétés léguées par les aïeux, d'où les durées de possession des différentes variétés toutes espèces confondues allant de 3 à 200 ans. Si les paysans sont en partie rattachés à leur diversité génétique locale, il faut cependant noter un mouvement important d'échange des variétés entre différents villages. Des variétés locales sont introduites du Burkina Faso.

Les caractéristiques positives énumérées par les agriculteurs concernent en majorité le rendement, le goût, la couleur du grain, le cycle précoce à moyen, l'adaptation des variétés aux conditions environnementales, le pilage facile, la transformation, la richesse en farine du grain, l'aptitude à la conservation, la tolérance aux stress parasitaires (striga surtout), opposées aux caractéristiques négatives (le cycle long, la très grande précocité, la sensibilité aux parasites, la verse, l'égrenage spontané du grain, la couleur rouge du "tô", la non-tolérance à la sécheresse. Ces caractéristiques énumérées sont extrêmement importantes pour la sélection des variétés et leur diffusion en milieu rural.

##### *Appréciation, évaluation et classement des variétés par les paysans avant la récolte*

**Les variétés de sorgho:** Les variétés de sorgho ont fait l'objet d'appréciation exclusivement au niveau du village de Boumbolo, en raison de l'échec du test de Diagani.

Les critères importants retenus par les paysans étaient: la germination, la précocité, la résistance à la sécheresse, la résistance au striga, la résistance à la verse, la taille de la plante. L'analyse de la figure 1 fait ressortir les commentaires ci-dessous.

"Nanzambilé" arrive en tête suivi par ordre décroissant d'appréciation de la germination par "Doufounou", "Fambè", "Niognèblé", "Telimani", "Tassoumani", "Niognèfing", "Guégnèfing", "Ensona", "Niomè", "Wèni" et "Dobinou".

Selon le critère précocité "Niognèblé" occupe la première place suivi de "Guégnèfing", "Doufounou", "Niognèfong", "Telimani", "Nanzambilé", "Wèni", "Ensona", "Fambè", "Niomè", "Tassoumani" et "Dobinou".

En matière de résistance à la sécheresse, "Fambè" se classe en tête suivi de "Guégnèfing", "Niognèblé", "Tassoumani", "Telimani", "Dobinou", "Niognèfing", "Doufounou", "Niomè", "Ensona", "Wèni" et "Nanzambilé".

Avec 4,4, "Fambè" se classe en tête par rapport à la résistance à la sécheresse, ensuite viennent "Tassoumani", "Nanzambilé", "Niomè", "Niognèfing", "Wèni", "Niognèblé", "Dobinou", "Guégnèfing", "Doufounou", "Telimani" et "Ensona".

L'appréciation des variétés selon la résistance à la verse fait apparaître "Guégnèfing" comme première suivi de "Niognèblé", "Doufounou", "Niognèfing", "Dobinou", "Telimani",

Tableau 2: Description des variétés locales dans les villages par les paysans

Village	Espèce	Variété	Durée d'introd. (ans)	Origine/ histoire variété	Taux d'adopt. (%)	Caractéristiques positives	Caractéristiques négatives	Expériences sur caract. négatives
Diagani	Sorgho	Guégninblé	35	Tora/ Burkina Fasso	80	Cycle moyen, pilage facile, goût bon, bon vin	Sensible au charbon et au striga	Attaques de charbon
		Guéssékélé	100	Diagani	10	Panicule, moyenne, goût bon	Cycle long	Cycle plus long que Guégninblé
		Sèguètana	100	Diagani	3	Cycle court, résistante au striga	Rendement moyen	
		Guégninfining N°1	15	Bankouna/ Bobos	2	Cycle court à moyen, pilage facile	Couleur noir du tô	La couleur noire du tô rappelle la famine
		Guégninfining N°2	8	Kominè/ Dioro	1	Cycle court	Couleur noir du tô	La couleur noire du tô rappelle la famine
		Guégninfining N°3	17	Kona	2	Panicule grande	Couleur noir du tô	La couleur noire du tô rappelle la famine
		Guégninfining N°4	20	Konsaki/ Fangasso	2	Grain très farineux	Couleur noir du tô	La couleur noire du tô rappelle la famine
	Niébé	Shotelima	10	Diagani	60	Ramifications nombreuses, grosse production,		
		Daholaka shosi	5	Marché de Tènè	20	ramifications moyennes	Sensible à la sécheresse, tardive	Faible production en cas de sécheresse
		Koro ka shosi	4	Diagani/ Salif Traoré	11	Ramifications nombreuses	Développement lent, faible production	
Sadien	Mil	Bouèfouè	> 50	Sadien/ Ancêtres	95	Adaptation, rendement élevé	Sensible au striga	Diminution de rendement
		Niébé	>20	Sadien/ Ancêtres	80	Adaptation, production		
Sokoro	Mil	Bouèfouè	>50	Sokoro/ Ancêtres	95	Adaptation, rendement élevé	Cycle intermédiaire	
Sokoro	Niébé	Wifuwa	>20	Village environnant	40	Adaptation, rendement élevé	Peu tardive	Production nulle en cas d'arrêt précoce des pluies

Tableau 2: Description des variétés locales dans les villages par les paysans (suite)

Village	Espèce	Variété	Durée d'introd. (ans)	Origine/histoire variété	Taux d'adopt. (%)	Caractéristiques positives	Caractéristiques négatives	Expériences sur caract. négatives
		Wibère	>25	Sokoro/Ancêtres	75	Précocité, rendement élevé	Peu tardive	Production nulle en cas d'arrêt précoce des pluies
		Wicine	>10	Village voisin	33	Adaptation, rendement élevé	Peu tardive	Production nulle en cas d'arrêt précoce des pluies
Boumbolo	Sorgho	Dissagnossi	20 à 27	Mougnini/Mandiakuy	90	Précocité, rendement bon, grain attrayant, battage facile, se conserve bien, goût bon	Sensible au charbon, couvert et à la verse	Le charbon couvert est souvent combattu par la pluie et la sélection des semences au champ
		Gnèfing	12	Koya	10	Rendement moyen, se conserve bien, bon goût	Cycle très long	Maturité incomplète en cas d'arrêt des pluies
		Sèguèniou	3 à 7	Burkina Faso		Résistante au striga, battage facile, se conserve bien, bon goût	Cycle très long	Maturité physiologique nulle en cas d'arrêt des pluies
		Gninblé	30 à 50	Bokuy	16 à 20	Rendement bon, belle couleur du grain, se conserve bien, bon goût	Cycle long, sensible à la verse, sensible à l'égrenage spontané	Maturité incomplète en cas d'arrêt des pluies Le buttage diminue la verse
	Niébé	Shodjèma noufima	12	Basora/Burkina Faso	1 à 3	Bon goût	Faible rendement	Très faible production grainière
		Shodjè	18	Mandiakuy	100	Rendement bon, se conserve bien, bon goût, cycle moyen		
		Dankala-soso	3	Mandiakuy	10	Rendement moyen, se conserve bien, bon goût	Cycle long	Longue durée de récolte

Tableau 2: Description des variétés locales dans les villages par les paysans (suite)

Village	Espèce	Variété	Durée d'introd. (ans)	Origine/histoire variété	Taux d'adopt. (%)	Caractéristiques positives	Caractéristiques négatives	Expériences sur caract. négatives
Boumbolo	Niébé	Shodjèma Missèma	3	Mandiakuy	3 à 10	Rendement moyen, bon goût	Précocité	Problèmes pendant la récolte (récolte des gousses, séchage etc.)
		Noubilé	4	Konkuy	3 à 7	Rendement moyen	Sensible aux parasites	Attaques des jeunes plants en l'absence de traitements phytosanitaires
Bogoro	Mil	Sanioba	>200	Cultivé dans le village il y a plus 200 ans	60	Tallage bon, résistante à la sécheresse, pilage facile, résistante à l'enherbement, farine blanche, grain très farineux, bon goût du tô	Tardive (150 jours), glumes et glumelles abondantes	Très mauvaise production en année de déficit pluviométrique
		Boni	30	Introduit de l'inter fleuve par Amadou N'Golo Coulibaly	95	Cycle intermédiaire (110-120 jours), glumes et glumelles peu abondantes, résistante au striga, bon rendement (1t/ha), bon goût du tô, pilage difficile	-	-
		Nosinio	20	Introduit de l'inter fleuve par Sidiki Coulibaly, marabout	30	Cycle intermédiaire, glumes et glumelles peu abondantes, résistante au striga et aux oiseaux, toutes talles fertiles, pilage facile	-	-
	Niébé	Bogoro shoba	Très longtemps	Variété cultivée à Bogoro depuis de longue date	93	Variété rampante avec beaucoup de ramification, gousses bien remplies par les grains, se conserve bien, résistante aux attaques de parasites, rendement 500kg/ha	Tardive (150 jours de cycle), cuisson difficile, fructification tardive	Exposée aux effets de la sécheresse entraînant la mauvaise récolte



Tableau 2: Description des variétés locales dans les villages par les paysans (suite)

Village	Espèce	Variété	Durée d'introd. (ans)	Origine/histoire variété	Taux d'adopt. (%)	Caractéristiques positives	Caractéristiques négatives	Expériences sur caract. négatives
Bogoro	Niébé	Bolowulen	Très longtemps	Inconnue	9	Cycle 120 jours, ramification développées, gousses bien remplies de graines, bon goût du repas	Fourrage peu apprécié par les animaux	Chute des fleurs en bonne année de pluies, lignification précoce des plants
		Shotelima	4	Vision Mondiale	37	Précoce (60 à 80 jours), rendement bon en bonne année de pluies	Variété semi-érigé et production de fourrage réduite.	Ne peut pas être cultivée pour le fourrage

“Tassoumani”, “Ensona”, “Fambè”, “Niomè”, “Wèni” et “Nanzambilé”.

“Wèni” se classe en tête concernant l’appréciation de la taille suivi de “Niognèblé”, “Doufounou”, “Guégnèfing”, “Nanzambilé”, “Niognèfing”, “Telimani”, “Dobinou”, “Fambè”, “Tassoumani”, “Niomè” et “Ensona”.

Pour l’appréciation des variétés suivant l’ensemble des 6 critères confondus avant la récolte et par ordre de préférence, la variété “Niognèblé” occupe la première place suivi de “Guégnèfing”, “Fambè”, “Doufounou”, “Niognèfing”, “Tassoumani”, “Telimani”, “Nanzambilé”, “Wèni”, “Dobinou”, “Niomè” et “Ensona”.

Cette analyse démontre clairement que les paysans n’apprécient pas les variétés pour un seul critère d’où leur adoption doit obéir forcément à la satisfaction d’un ensemble de critères importants pour les agriculteurs.

Ceci pouvait expliquer le maintien de plusieurs variétés par les paysans puisqu’une seule variété ne répondrait pas à toutes les caractéristiques désirées par eux.

#### Classement des variétés de mil à partir des résultats de tous les villages avant la récolte:

L’analyse des résultats de tous les critères confondus fait paraître “Djiguifa” en tête suivi de “Bouèfouè Sadien”, “Boni Nougouso”, “Bouèfouè Sokoro”, “Sanioba Diagani”, “Sanioba Bogoro”, “Sanioba Boumbolo”, “CMDT21XICMV88102”, “99-CZ-Synt5”, “ToronioC1X SOSAT”, “Nioukougou x ToroniouC1”, “Indiana05X Bobonio” (Figure 2).

**Les variétés de niébé (village de Boumbolo):** Les critères, le port de la plante, la grosseur de la feuille, la précocité et la ramification ont été retenus par les producteurs pour évaluer, apprécier et classer les variétés de niébé avant le récolte. L’analyse de la figure 3 fait ressortir les commentaires suivants. Concernant le port de la plante par ordre de préférence, “Sangaraka” se classe en tête suivi de “Bolowulen”, “CZ1-94-23-1”, “Cz1-94-23-2”, “K VX30-309-6G”, “Boumbolo”, “Wibéré”, “Wuya”, “CZ11-94-5C”, “Telimani Tiessoko” et “Korobalen”.

Pour les grosseurs de la feuille, “Sangaraka” occupe la première place, ensuite viennent “Bolowulen”, “CZ1-94-23-1”, “K VX30-309-6G”, “Boumbolo”, “CZ1-94-23-2”, “Wibère”, “CZ-11-94-5C”, “Telimani Tiéssoko”, “Korobalen et Wuya” (“Kanga”).

En précocité, la première place est occupée par “K VX-30-309-6G” suivi de “CZ1-94-23-1”, “Telimani Tiéssoko”, “Bolowulen”, “Boumbolo”, “Korobalen”, “CZ-11-94-5C”, “Sangaraka”, “Wuya” et “Wibère”.

La ramification est aussi un critère extrêmement important quand on sait que les rameaux participent à la production de fourrage utilisé pour l’alimentation du bétail. Le classement des

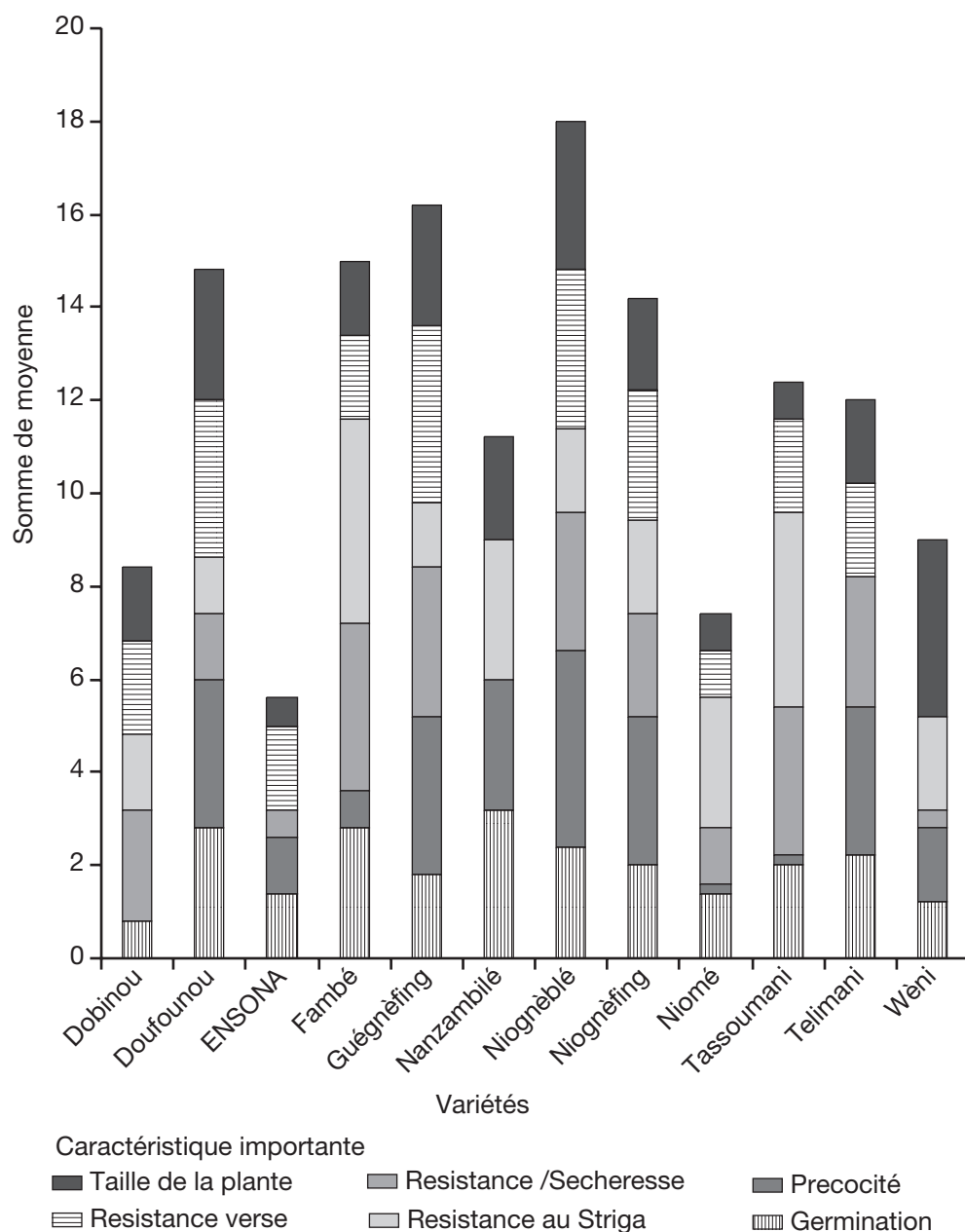


Figure 1: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de sorgho tous critères confondus par les producteurs paysans avant récolte

variétés par rapport à ce critère est le suivant: première "Sangaraka", suivi de "Bolowulen", "CZ1-94-23-1", "CZ1-94-23-2", "K VX30-309-6G", "Wuya", "Wibéré", "Boumbolo", "CZ11-94-5C", "Korobalen" et "Telimani".

Pour tous les critères confondus "Sangaraka" se classe en tête, suivi de "K VX30-309-6G", "CZ1-94-23-1", "Bolowulen", "CZ1-94-23-2", "Boumbolo", "CZ11-94-5C", "Wibéré Sokoro", "Wuya Kanga", "Telimani Tiéssoko" et "Korobalen". Les variétés améliorées ont été bien appréciées au champ par les paysans.

#### *Appréciation, évaluation et classement des variétés par les producteurs après la récolte*

**Les variétés de sorgho à Boumbolo:** Les paramètres évalués pour classer les variétés après récolte étaient: le battage (facilité), la conservation et le rendement en terme de quantité obtenue pour chaque variété.

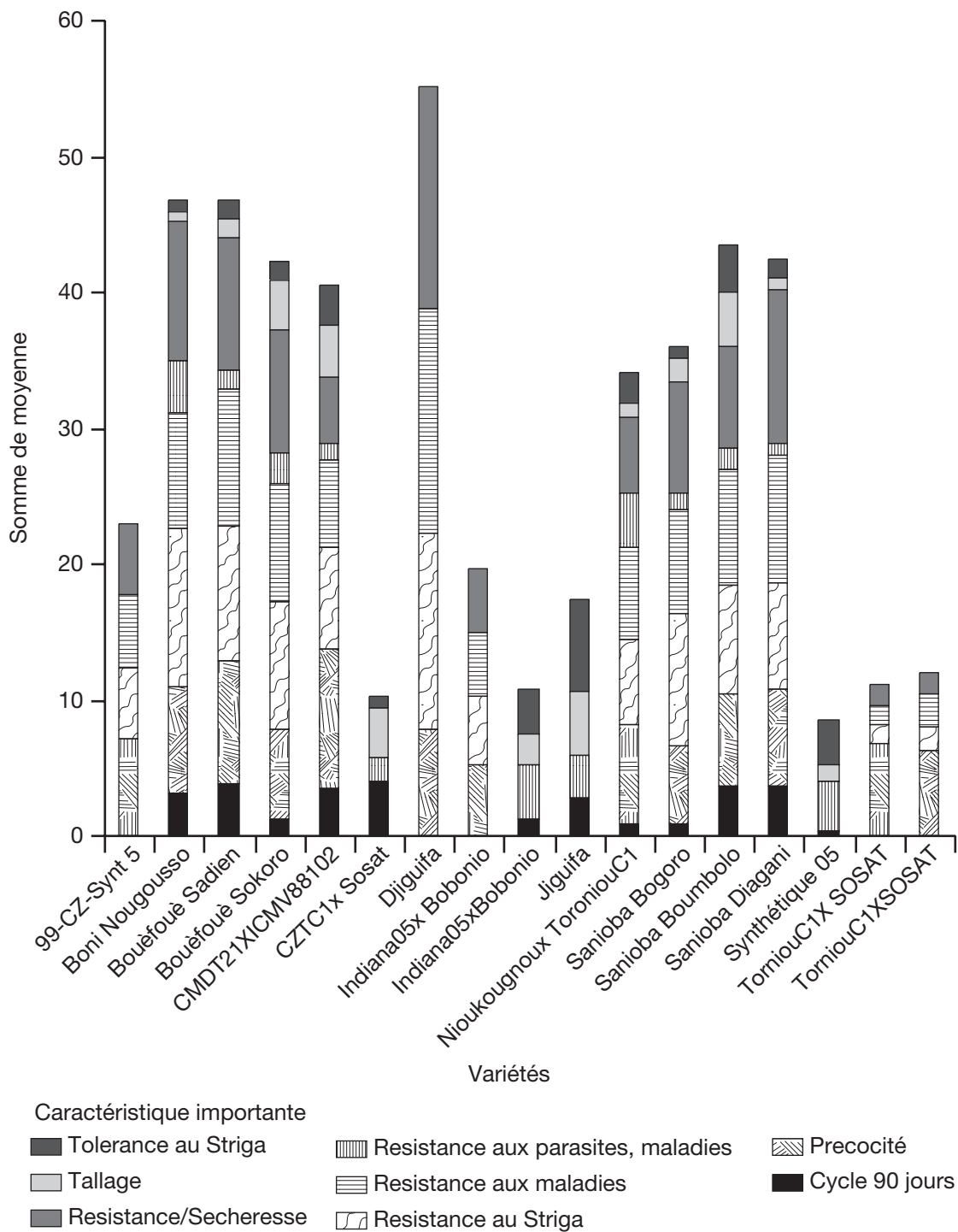


Figure 2: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de mil pour tous les villages avant récolte

L'examen de la figure 4 fait ressortir les commentaires ci-dessous.

“Telimani” se classe en tête en ce qui concerne le battage suivi de “Guégnèfing”, “Doufounou”, “Niognèfing”, “Fambè”, “Nanzambilé”, “Niognèblé”, “Tassoumani”, “Ensona”, “Dobinou Niomè” et “Wèni”.

En matière de conservation, l'analyse des appréciation classe “Guénèfing” en tête suivi de “Tassoumani”, “Ensona”, “Niognèblé”, “Dobinou”, “Nanzamblé”, “Telimani”, “Niomè”, “Doufounou”, “Niognèfing” et “Wèni”.

La première place est occupée par “Nanzambilé” en ce qui concerne le rendement suivi de “Guégnèfing”, “Fambè”, “Telimani”, “Niognèblé”, “Niognèfing”, “Wèni”, “Niomè”,

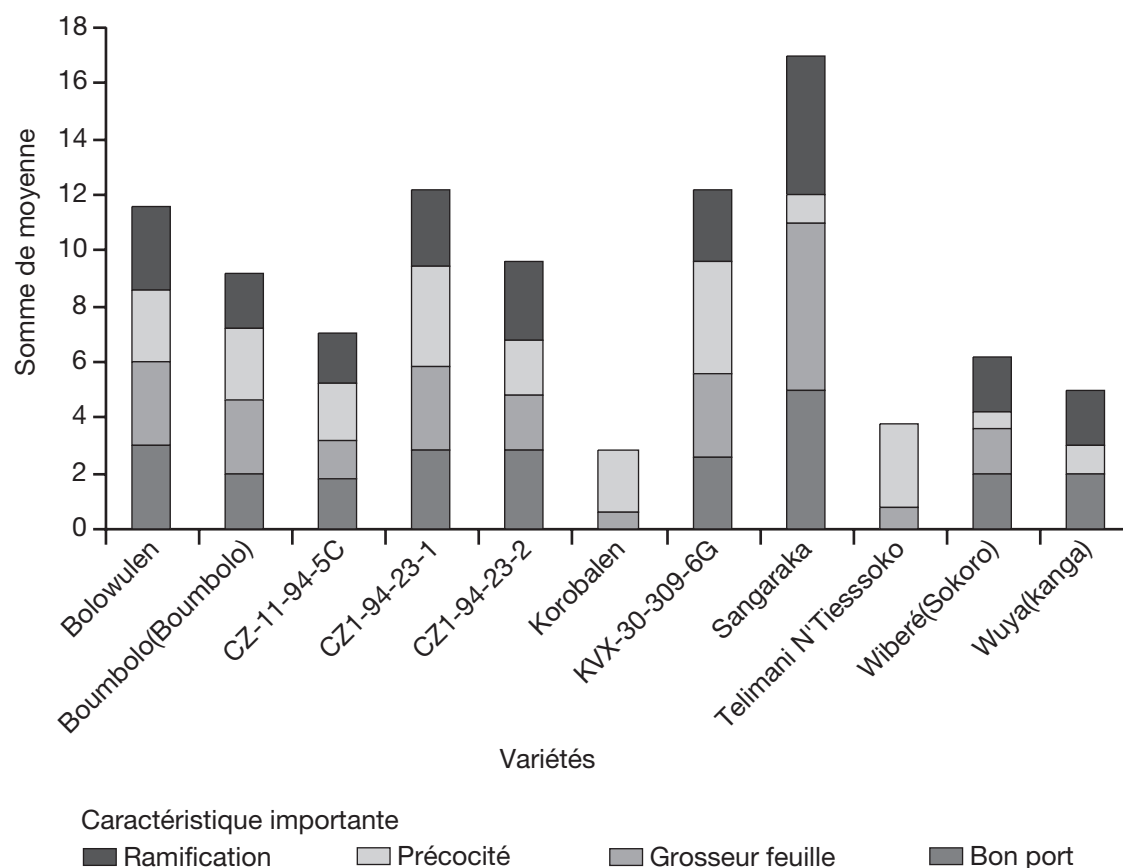


Figure 3: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de niébé à Boumbolo avant récolte

“Doufounou”, “Dobinou” et “Ensona”.

L’appréciation des 3 critères confondus classe “Guégnéfiing” en tête suivi de “Fambè”, “Nanzambilé”, “Tassoumani”, “Telimani”, “Niognèblé”, “Doufounou”, “Niognéfiing”, “Ensona”, “Dobinou”, “Niomè” et “Wèni”.

La variété classée première à l’issue des appréciations avant récolte occupe la 6ème place et “Fambè” dans les deux cas de figure maintient une position intéressante respectivement 3ème et 2ème. Les appréciations au champ peuvent ne pas correspondre avec celles après récolte. Cependant, elles peuvent avoir un impact, notamment, le rendement peut être affecté par la sensibilité à la sécheresse au striga, par exemple.

#### *Les variétés de mil*

Ce classement est démontré par les résultats de la figure 5. On note à partir des résultats des 3 villages que la variété “Djiguifa” est classée meilleure.

#### *Les variétés de niébé*

Les agriculteurs se sont basés sur la conservation, la couleur du grain, la grosseur du grain, et le rendement pour classer les différentes variétés de niébé. Il apparaît que la production réalisée n’est pas le seul critère pour qu’une variété de niébé attire les paysans (Figure 6).

Suivant le critère conservation, “Cz11-94-5C” se classe en tête suivi de “Cz1-94-23-1”, “K VX-30-309-6G”, “Sangaraka”, “CZ1-94-23-2”, “Bolowulen”, “Boumbolo”, “Korobalen”, “Telimani Tiéssoko”, “Wiberé Sokoro” et “Wuya Kanga”.

Concernant la couleur du grain, la première place est occupée par “Bolowulen”, “Telimani Tiéssoko”, “Boumbolo”, “K VX-30-309-6G”, “Korobalen”, “CZ1-94-23-2”, “Sangaraka”, “Wiberé Sokoro”, “CZ1-94-23-1”, “Wuya” et “CZ11-94-23-5C”. Cette dernière n’a pas du tout été attrayante pour les agriculteurs.

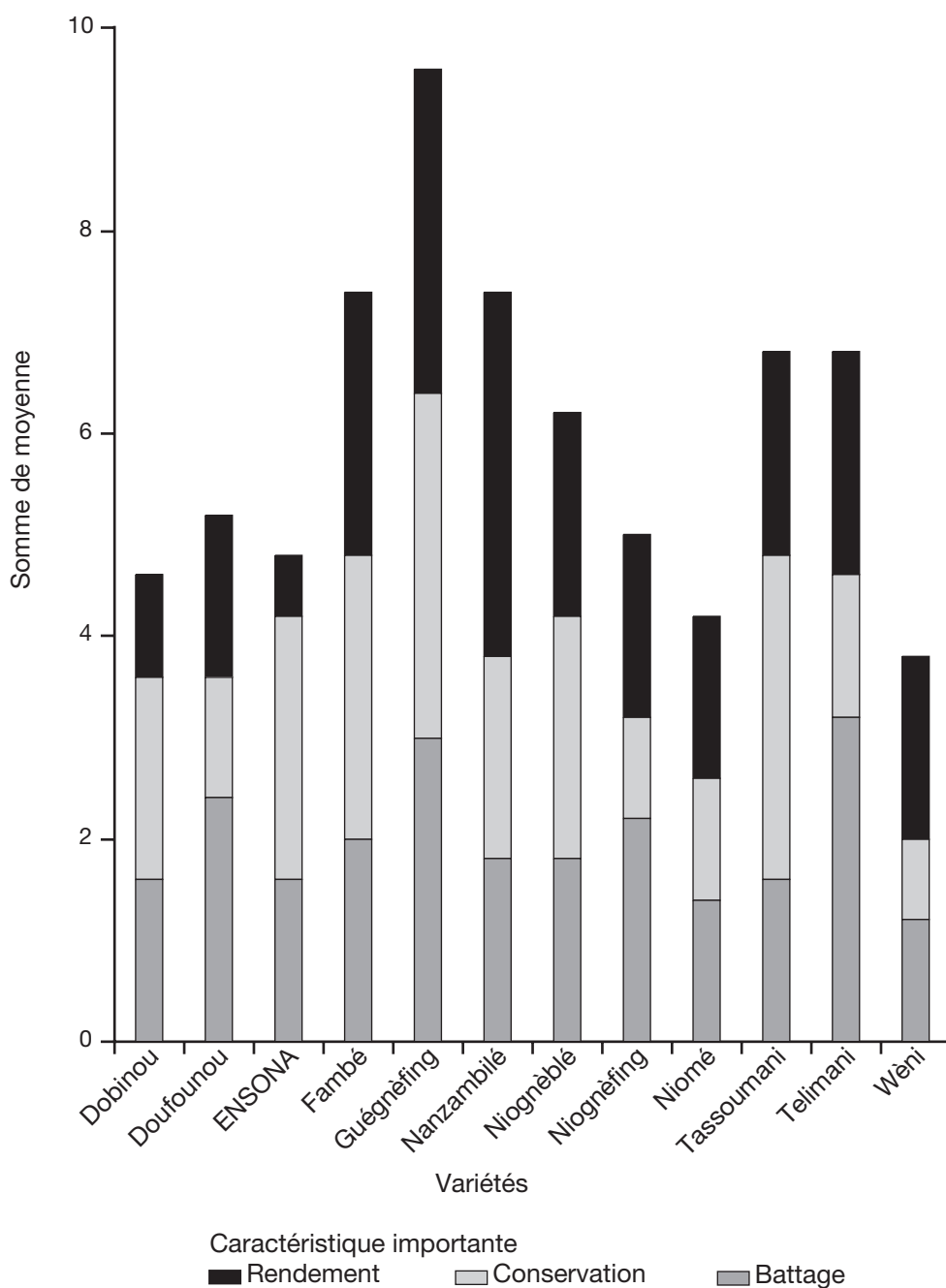


Figure 4: Résultats d'appréciation, évaluation et classement des variétés de sorgho après la récolte

"Sangaraka" se classe en tête pour la grosseur du grain suivi de "Boumbolo", "K VX-30-309-6G", "Boumbolo", "CZ1-94-23-1", "CZ1-94-23-2", "Korobalen", "Telimani Tiéssoko", "Wibère", "Wuya Kanga" et "CZ11-94-5C".

Pour le critère rendement "CZ1-94-23-2" vient en tête suivi de "CZ1-94-23-1", "Korobalen", "Sangaraka", "K VX-30-309-6G", "CZ11-94-5C", "Boumbolo", "Bolowulen", "Telimani Tiéssoko", "Wibère Sokoro" et "Wuya Kanga". Les variétés introduites par la recherche se sont montrées plus productives.

L'analyse des résultats de l'ensemble de tous les critères d'appréciation et d'évaluation classe "Sangaraka" en tête suivi de "CZ1-94-23-2", "K VX-30-309-6G", "CZ1-94-23-1", "Bolowulen", "Korobalen", "Boumbolo", "CZ11-94-5C", "Telimani Tiéssoko", "Wibère Sokoro" et "Wuya Kanga".



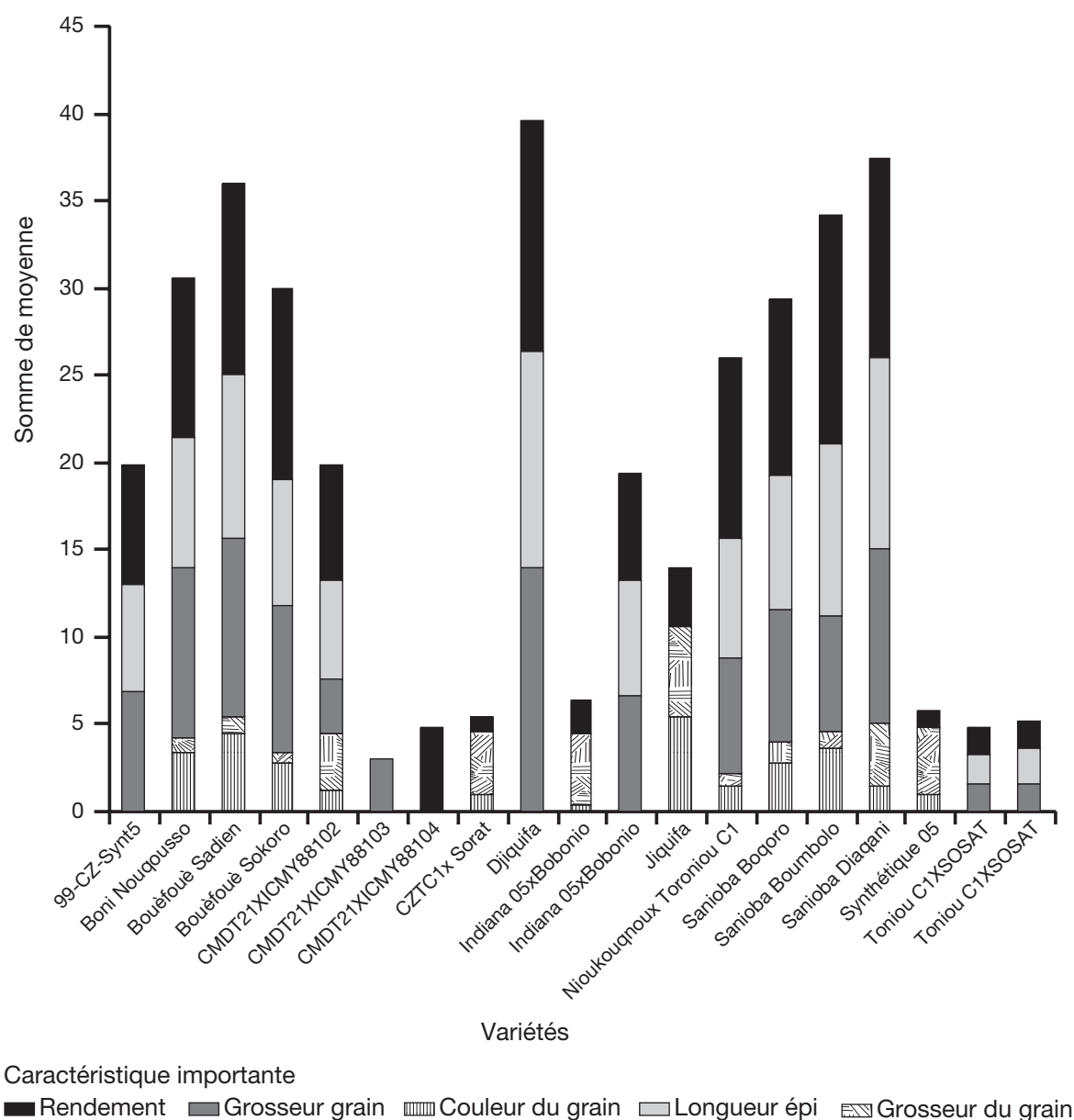


Figure 5: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de mil pour tout les villages après récolte

Ce classement démontre l'intérêt éprouvé par les paysans pour les variétés améliorées de niébé et certaines variétés isolées locales d'où l'objectif de renforcement de la diversité variétale des paysans est en bonne voie de réalisation.

*Appréciation, évaluation et classement des variétés par les paysans suivant le goût après cuisson*

*Les variétés de sorgho au village de Boumbolo:* L'appréciation, l'évaluation des différentes variétés après cuisson a été réalisée selon le critère goût, et, des résultats "CZ1-94-23-2", se classe en tête suivi "CZ1-94-23-1", "Wibéré Sokoro", "Telimani Tiéssoko", "CZ11-94-5C", "Sangaraka", "KVX-30-309-6G", "Bolowulen", "Boumbolo" et "Korobalen".

Les variétés introduites des villages et de la recherche conviennent au goût des paysans pour l'essentiel. Elles viennent presque toute avant Boumbolo la locale du village de Boumbolo.

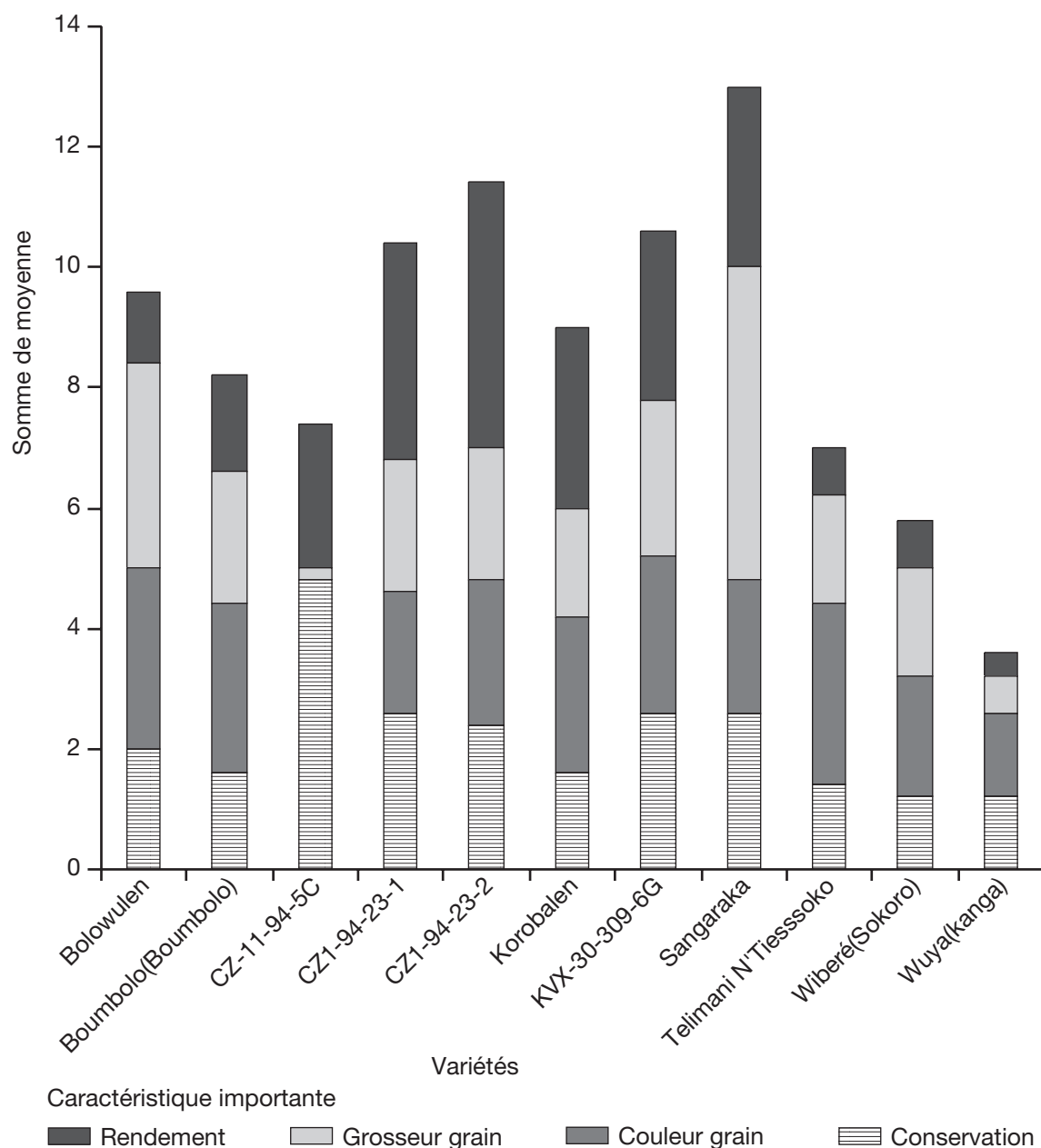


Figure 6: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de niébé à Boumbolo après la récolte

**Les variétés de mil:** La quantité de son, le goût du "tô" et du plat, la couleur du plat et la consistance du "tô" ont été retenus pour évaluer les variétés. "Sanioba Diaganie" et "Boni Nougosso" pour l'ensemble des critères confondus viennent en tête.

**Renforcement des capacités:** Il a porté essentiellement sur la formation de plus de 40 agents, 300 paysans dont 55 femmes en plus des fora.

### Conclusions et perspectives

Les activités de foires et de champs de diversité ont abouti à: une prise de conscience des autorités technico-politico-administratives de l'intérêt de la conservation et de l'utilisation durable des variétés locales: l'établissement d'un partenariat solide entre les paysans, les chercheurs, les développeurs, les agents d'ONG, les institutions internationales (FAO, Bioversity et FIDA) sur les questions de ressources phytogénétiques et des problèmes techniques; l'application progressive des thèmes techniques appris lors des CD sur les parcelles des paysans

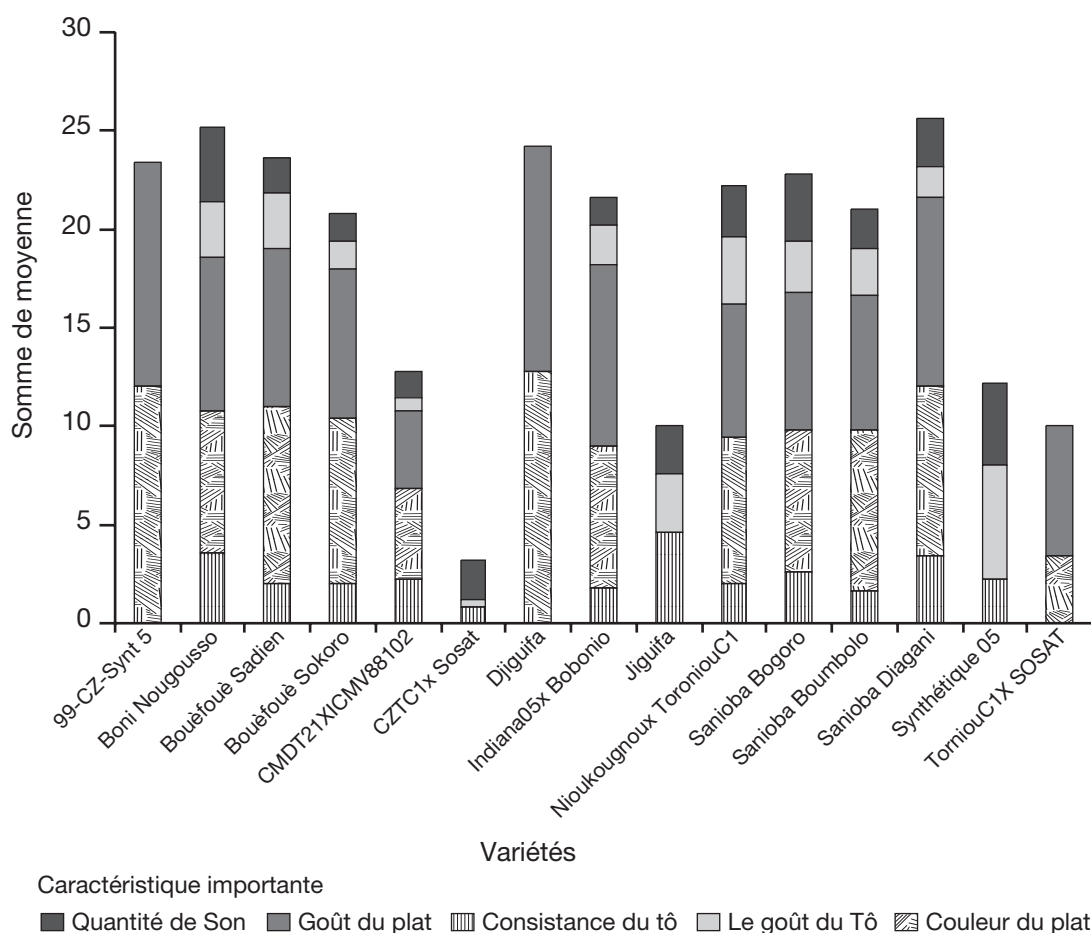


Figure 7: Appréciation, évaluation, et classement des variétés de mil pour tous les villages à la dégustation

(démariage, fertilisation, production de semences pures); l'adoption des variétés et leur multiplication sur petite superficie en culture pure; l'établissement de banques locales de semences et de gènes dans des villages comme Diagani à l'issue des expériences acquises à partir du projet *in situ*; l'introduction de nouvelles variétés et connaissances traditionnelles de conservation à travers les visites d'échange San-Douentza de deux régions différentes du pays; l'échange des dizaines de variétés, des connaissances et la retrouvaille des variétés locales lors des foires de diversité des semences (variété noire de voandzou par exemple); le développement de l'esprit de confiance chez le paysan; la formation de près de 40 agents du développement de la recherche et du PDR et de plus de 300 paysans dont 60 femmes aux différents thèmes techniques.

Les perspectives concernent:

- la consolidation des acquis et leur extension sur d'autres localités;
- l'implication des collectivités décentralisées (communes) et organisations paysannes, les services techniques et ONG pour tenir compte de l'approche dans leur programme de développement agricole;
- la communication, la formation et l'information du public en général et des autorités en particulier des acquis;
- l'information du public des politiques sur la convention sur la diversité biologique en général et les ressources phylogénétiques en particulier;
- la médiatisation des actions en cours.

## IRD and plant genetic resources activities in West Africa

J-L Pham<sup>1</sup>, G. Bezançon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD) Montpellier, France

<sup>2</sup> Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Niamey, Niger

### Abstract

For more than 40 years, IRD plant geneticists have been contributing to the knowledge and conservation of crop genetic resources in West Africa. Their research programmes have evolved over time. IRD geneticists belong to the international scientific community involved in plant genetic resources (PGR) conservation and use. As such, they experience and contribute to the scientific and institutional changes that affect the way PGR are studied, conserved and used.

Genetic resources scientists face a special challenge when studying crop diversity. On the one hand, genome investigation tools increase the potential of diversity analysis at the DNA scale. On the other hand, emphasis given in international fora to *in situ* conservation on-farm, and the needs to strengthen the scientific basis of this conservation approach, lead scientists to address plant diversity no longer as a single research object, but as a component of open and changing agroecosystems.

In this paper, this evolution of research trends by describing the PGR research activities of IRD in West Africa is illustrated. These activities are conducted in partnership with national agricultural research systems (NARS). It includes the development of training and access to modern methods for genetic diversity analysis.

### Introduction

The IRD (Institut de Recherche pour le Développement, formerly ORSTOM) is a French public science and technology research institute under the joint authority of the French ministries in charge of research and overseas development. IRD has three main missions: research, consultancy and training.

It conducts scientific programmes contributing to the sustainable development of the southern countries, with an emphasis on the relationship between man and the environment. Biodiversity, one of the pillars of sustainable development, is a main research target of IRD scientists. PGR, as a key component of food security, has been a lively research field at IRD for more than 40 years.

This paper aims at illustrating the role that IRD is willing to play in the research on plant genetic resources, with emphasis on PGR conservation in West Africa.

### Changes in PGR research

Scientists face a particular challenge when studying genetic resources. On the one hand, they can carry out in-depth diversity analyses by using current molecular investigation tools. The exploration of the genetic diversity of germplasm collections is feasible at a much larger scale now than two decades ago. Plant individuals can be genotyped at dozens of loci; a continuous flow of sequence data makes information on the genome of major crops accessible to the scientific community. Access to adaptive diversity is a new challenge, as association genetics and comparative genomics lead to the discovery and validation of key genes involved in agronomical traits.

On the other hand, emphasis given in international fora to *in situ* conservation on-farm as well as the need to strengthen the scientific basis of this conservation approach lead scientists to address plant diversity not only as a single research object, but also as a component of open and changing agroecosystems. It is, therefore, necessary to describe crop diversity and to understand how its dynamics is affected by farmers' practices and agro-environmental changes.

It would be a mistake to consider only one of these two aspects. There is a conceptual link between the approaches at the agrosystem and the genome levels. Farmers in centres of crop

diversity have been nurturing PGR diversity for centuries, and this diversity has also been evolving under environmental pressures. Having a better knowledge of the impact on genetic diversity of farmers' practices and abiotic and biotic environmental factors will give clues on the value of some genetic resources to identify alleles of agronomical importance. Knowing agronomical genes will also permit a thorough assessment of adaptive diversity in agroecosystems.

### **Trends in PGR research at IRD**

The overall mission of PGR scientists at IRD is to contribute to the sustainable conservation and use of PGR by:

- developing knowledge on the nature, structure and dynamics of crop genetic diversity;
- using this knowledge to develop sound strategies for more efficient *ex situ* and *in situ* conservation.

For more than 40 years, plant geneticists of IRD (formerly ORSTOM) have been contributing to the knowledge on conservation of crop genetic resources in West Africa. Panicum, coffea, rice, okra, yam, and pearl millet were the main target crops (Charrier and Hamon 1991).

The research programmes, however, have evolved over many years. IRD geneticists are members of the international scientific community involved in PGR conservation and use. As such, they experience the scientific and institutional changes that affect the way PGR are studied, conserved and used. Along with many other stakeholders, they are also actors of these changes.

Besides working with national and international research institutions for assembling germplasm collections through numerous missions, genetic resources activities at IRD have always emphasized the need to understand the dynamic processes that underlay genetic diversity of species complexes (see Pernès 1985, for several examples). This approach took a different dimension when *in situ* conservation on-farm of PGR was given priority, particularly by the Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. The work by Louette et al. (1997) on farmers' management of maize landraces in Mexico is one of the first elaborated examples of research work in "evolutionary genetics of crop agroecosystems".

Although this paper emphasizes IRD activities in this research area, several IRD teams also conduct studies on crop genomes and genetic principles of agronomical traits. Sizeable research efforts are, for example, dedicated to the development of genomic resources in rice, palm tree, Coffea, and among other traits, to the analysis of genetic determinants of yellow mottle virus resistance in rice and metabolism chains involved in cup quality in Coffea. These programmes make significant use of genetic resources collections .

### **Pearl millet research**

Pearl millet research is a significant example of the evolution of its PGR research programmes at IRD. IRD scientist first contributed to assembling pearl millet collection by collecting wild and cultivated millets throughout Africa. Using isozyme markers, an assessment was done of the overall structure and diversity of the species complex and landraces (e.g. Tostain 1994). Relationships between wild and cultivated millets were studied (Amoukou and Marchais 1993). Research on weedy millets took a new start with studies on the impact of farmers' practices on pearl millet genetic diversity in Niger (Robert et al. 2004) . Seed flows came out as an important issue when analyzing the genetic structure of traditional pearl millet varieties.

On-going research projects that arose from these studies on pearl millet are relevant to the two research areas mentioned above: i) detection of agronomical genes ii) assessment of the changes in genetic diversity of pearl millet in Niger over the past 25 years in relation to human and environmental factors .

The latter project (ii), conducted in partnership with CIRAD, ICRISAT, INRAN and the University of Niamey, exemplifies how *ex situ* collections can be used to assess the changes in on-farm diversity. Monitoring temporal and spatial changes of agricultural diversity is crucial



to assess the consequences of global change on genetic resources and provide national and international programmes of biological conservation with reliable data. Over the past decades, dramatic human and climatic changes have occurred in Sahelian countries. In Niger, the cultivated area and the human population have doubled in 25 years. Moreover, isohyets 400 mm has moved south by 200 km in the west and by 100 km east of the country. The impact of these changes on genetic diversity and adaptation of pearl millet and sorghum landraces is still unknown.

In this project, *ex situ* collections assembled in 1976 are taken at a reference point on the time line. They are assumed to reflect the diversity present on-farm at the time of the collection (Luong et al. 2005). A comprehensive collection of pearl millet and sorghum landraces was made in 2003 in the same villages that had been sampled in 1976 when germplasm collections had been built. Geographical distribution of varieties was analyzed. Their genetic and agromorphological diversity were evaluated using DNA markers and field trials.

Results are being analyzed. They will provide original figures on the changes, or lack of changes, in the diversity of two major cereals over the past 25 years. Preliminary results showed changes in the geographical distribution of landraces that could be explained by changes in climatic and agronomical constraints (Luong et al. 2005).

### **Yam research**

Assessing the impact of farmers' practices on the dynamics of yam diversity has become a major issue in IRD activities. In Benin (West Africa), an original farmers' practice, named 'ennoblement' or 'domestication' in yams was described (*Dioscorea* sp.). This practice allows the introduction of spontaneous yams, supposedly wild, in cultivated varieties of the "*D. cayenensis-D. rotundata* species complex. Researchers established the genetic nature of the pre-ennobled plants by using molecular markers (Scarcelli et al. in press). The use of wild plants for domestication was confirmed. This study showed that, through domestication, farmers affect the dynamics of the genetic diversity of yam by using sexual reproduction of wild and cultivated yams.

These results have important consequences for conservation strategies. They show that farmers maintain evolutionary processes in this vegetatively-propagated crop. These findings support the need for on-farm conservation of yam genetic resources that suffer a difficult *ex situ* conservation. The results also suggest that on-farm conservation of cultivated yams and *in situ* conservation of its wild relatives should be linked.

### **Partnership in PGR research**

All PGR activities at IRD are conducted in partnership with national research institutions in Africa, Asia or Latin America. These partnerships often benefit from the assistance of the "Support and Training" department of IRD that has designed various forms of support and training for scientific communities in the South. IRD provides competitive individual support, such as PhD grants and for teams.

Access to technological platforms is becoming increasingly important for PGR scientists. While access to laboratory facilities of the IRD centre in Montpellier offers NARS scientists an opportunity to get acquainted with genotyping technologies, it is important to maintain and develop locally accessible facilities. The IRD Genetics Laboratory in Niamey was thus recently equipped, with the aim of becoming the core of a future national laboratory.

### **References**

- Amoukou AI, Marchais L. 1993. Evidence of a partial reproductive barrier between wild and cultivated pearl millet (*Pennisetum glaucum*). *Euphytica* 67:19-26.
- Charrier A, Hamon S. 1991. Germplasm collection, conservation and utilization activities of the Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM\*\*). *Crop Genetic Resources of Africa*. Vol II. N.Q. Ng, P. Perrino, F. Attere, H. Zedan ed., Ibadan, Nigeria, IITA/IBPGR/UNEP/CNR. In: Proceedings of an International Conference on Crop Genetic Resources of Africa. pp. 41-52.

- Louette D, Charrier A, Berthaud J. 1997. *In situ* conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Econ Bot* 51: 20-38.
- Luong V, Vigouroux Y, Mariac C, Pham JL, Bezançon G, Luxereau A, Guengant JP, Robert T, Kapran I, Mamoudou A, Gérard B, Sagnard F, Deu M., Chantereau J, Amoukou I. Changes in genetic diversity of Pearl millet and Sorghum in Niger over a 25 year period. *Plant and Animal Genome XIII Conférence*. San Diego. January 15-19, 2005.
- Pernès J. 1985. *Gestion des ressources génétiques des plantes*. Tome 1: Monographies. ACCT, Paris, 212 pp.
- Robert T, Luxereau A, Mariac C, Ali K, Allinne C, Amoukou AI, Bani J, Banoin M, Beidari Y, Bezançon G, Cayeux S, Couturon E, Dedieu V, Gamatche I, Hamidou A, Moussa D, Sadou M, Seydou M, Seyni O, Tidjani M, Sarr A. 2004. *Gestion de la diversité en milieu paysan: Influence de facteurs anthropiques et des flux de gènes sur la variabilité génétique des formes cultivées et spontanées du mil (*Pennisetum glaucum*) dans deux localités du Niger*. In: Bezançon G et Pham JL, éd. *Ressources génétiques des mils en Afrique de l'Ouest. Diversité, conservation et valorisation*. Editions de l'IRD, 2004.
- Scarcelli N, Tostain S, Mariac C, Agbangla C, Daïnou O, Berthaud J, Pham JL. 2004. Genetic nature of spontaneous yams (*Dioscorea* sp.) domesticated by farmers in Benin (West Africa). *Genetic Resources and Crop Evolution*, in press.
- Tostain S. 1994. Isozymic classification of pearl millet (*Pennisetum glaucum*, Poaceae) landraces from Niger (West Africa). *Plant Syst. Evol.* 193:81-93.

## Development of national legislation on conservation, access and benefit sharing of genetic resources in Cameroon

L. Nfor

*Ministry of Environment and Forestry, Yaounde, Cameroon*

### **Abstract**

As one of the biodiversity-rich countries of the Congo Basin and centres of genetic diversity in the sub-Saharan region, Cameroon's rich genetic resources include forest species, wildlife species and crop varieties and are a prime source of international bioprospecting. The incomprehensive legal framework accounts for unsustainable practices in the exploitation of biological resources with negative impact on the livelihoods of local communities, conservation, and the national economy. However, in the attempt to conserve biodiversity and ensure sustainable development, and, in an effort to implement international conventions, Cameroon has developed policy and legislation on conservation with sketchy provisions on access to genetic resources and benefit-sharing, such as the 1994 forestry law and the 1996 framework law on environmental management. The institutional framework and collaborative efforts are geared toward the elaboration of a comprehensive law on access and benefit-sharing (ABS) that takes account of public opinion through consultation, all categories of genetic resources, and such criteria as transparency, accountability, fairness and equity, as well as giving value to intellectual property rights (IPRs) of traditional knowledge and the rights of local people.

### **Introduction**

Cameroon has been considered as one of the biodiversity-rich countries of the Congo Basin, and one of the centres of genetic diversity in the sub-region. Cameroon is also commonly referred to as 'Africa in miniature'. The uniqueness of Cameroon's biodiversity that qualifies it thus is found in the following main ecosystems: the marine and coastal areas, the equatorial humid forest, savannah, mountain, and internal waters.

The genetic species vary from forest species that include timber and non-timber forest species, wildlife species, to crop varieties developed by farmers over the years.

These genetic resources have been exploited and used in pharmaceutical and other industries abroad. Some products of Cameroon's genetic resources have also been processed, transformed, packaged, and tailored for markets in Europe, America and Asia. Though blessed with rich genetic resources and the traditional knowledge about them for research and commercial purposes, a poor ABS system would not contribute to improved local livelihoods, nor create incentives to the conservation of biodiversity. Studies have revealed that Cameroon's genetic resources are increasingly becoming a prime source for international biodiversity prospecting but the legal framework is still insufficient for such initiatives to have a positive impact on the livelihoods of local people, biodiversity conservation and the national economy. Cameroon has, in recent years, experienced unsustainable practices in the exploitation of its biological resources.

### **Government measures**

The Cameroon Government's measures to conserve biodiversity and ensure sustainable development include:

- Signing of the Convention on Biological Diversity (CBD), Rio 1992
- Ratifying the CBD on 29 August 1994
- Developing the National Biodiversity Strategy and Action Plan
- Enacting the 1994 Forestry, Wildlife and Fisheries Laws

- Enacting the 1995 Implementing Decree of 1994 Forestry Law
- Developing the Forestry Policy, and the National Forestry Action Plan, 1995
- Developing the National Environmental Management Plan
- Enacting the 1996 Framework Law on Environmental Management
- Ratifying of the Cartagena Protocol on Biosafety, January 2003
- Enacting of the Biosafety Law, April 2003
- Developing Agricultural Policy.

Despite these measures taken at various levels to control or regulate the activities in the domain of genetic resources, the persistent and unsustainable exploitation of genetic resources in Cameroon necessitates a comprehensive legal framework to ensure proper conservation and sustainable use of the country's rich genetic resources. Even though the existing legal framework makes a few provisions on the ABS system in relation to utilizing genetic resources, there is need for a similar and more elaborate and comprehensive law in Cameroon.

Since the advent of the 1992 Rio Convention on Biological Diversity, Cameroon has been considering the opportunities for developing legislation on ABS while taking some legislative and policy measures to ensure the protection of its rich genetic resources from the unsustainable exploitation that was typical in the post Rio era. Some of these measures are evident through the provisions of the existing legal instruments, such as the 1994 forestry, wildlife and fisheries law and the 1996 framework law on environmental management. Alongside these main texts are some regulatory and policy instruments that guide researchers and persons or corporations seeking access to genetic resources either for research or exploitation for commercial purposes.

However, in spite of the Cameroon government's good intentions and effort in this domain, there has been worry about the un-comprehensive nature of the existing legal framework. Observers think that legislation on genetic resources in Cameroon needs to be developed to govern the procedures under which foreign and national scientists and companies can obtain access to genetic resources and the kind of benefit-sharing expected in return. Such is the position of national legal and technical experts, who, in collaboration with national and international non-governmental organizations (NGOs), realizing the vital need for this legislation, have been working hard to come up with proposals for a comprehensive law on access to genetic resources and their sustainable use, as well as the fair and equitable sharing of benefits resulting from their use.

### ***International conventions and Cameroon legislation on ABS Convention on Biological Diversity (CBD), Rio, 1992***

As some authors put it, the CBD could be seen as "an instrument to promote the equitable exchange, on mutually agreed terms, of access to genetic resources and associated knowledge, in return for finance, technology, and the opportunity to participate in research" (Kerry and Laird 1999). The CBD endorses the sovereign rights of state over their biological resources, and the consequent authority of national governments to determine access to genetic resources. The convention, however, obliges Parties to facilitate access to genetic resources subject to prior informed consent (PIC) and on mutually agreed terms that promote the fair and equitable sharing of benefits. Thus, it strikes a balance between a state's authority to regulate access to genetic resources and its obligation to facilitate it for environmentally sound use by other parties and not to impose restrictions that run counter to the objectives of the convention.

Cameroon attaches a lot of importance to international conventions as indicated in its laws. The 1996 framework law on environmental management requires that exploration and exploitation of genetic resources be done under conditions stipulated by the international conventions relating thereto and duly ratified by Cameroon, especially the Rio Convention of 1992 on biodiversity. This explains why Cameroon was one of the signatories at Rio in 1992, ratified it on 29 August 1994, and has continued to be party to many multilateral environmental agreements (MEA), most of which it has ratified.

Though Cameroon may be slow in implementing some of the requirements of these conventions including those of the CBD, there is a current breeze of reawakening in Cameroon,

mobilizing conservation partners towards formulating measures to implement international conventions especially the requirements of the CBD on the conservation and sustainable use of biological resources as per Articles 6 (a), 9(d), 10(a) & (b), and, 12 (b). Thus, there are some collaborative efforts from the Cameroon Government on one hand, and, national and international NGOs as well as other partners on the other, to putting in place mechanisms to implement these requirements. In the legislative process that barely began a couple of years ago, experts have recommended that, while implementing the objectives of the CBD it is important to integrate its concepts such as, “mutually agreed terms”, “prior informed consent”, the “precautionary principle”, “appropriate access to genetic resources”, “fair and equitable sharing of benefits”, “sustainable use of genetic resources”, “relevant traditional knowledge”, among others, into the national policy and legislation.

### **The Convention of Parties (COPs) to the CBD**

Cameroon has been present in all the COPs to the CBD and has contributed to any international decision on ABS issues. Even in the most recent COP7 held in Kuala Lumpur, Malaysia on 9-20 Feb 2004, Cameroon took note of the items on the agenda relating to ABS, such as the recommendation papers by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN), which concluded that the development of an international regime on ABS since COP6 and its implementation contributes to poverty alleviation and sustainable development; enhances existing rights and regulations for source countries as well as for indigenous and local communities; and, establishes clear and fair provisions for both users and providers of genetic resources.

Thus, during COP7 IUCN recommended that:

“...The regime on ABS should be considered as a complex network of interlocking or related policies, principles, laws, regulations, and other policies and practices.

The regime on ABS should be seen in terms of the substantial components that are already in place, and an examination of those components must consider what gaps exist, and how they will be addressed”.

Cameroon took particular note of IUCN’s recommendation that the COP, in addressing the international regime on ABS, should consider key international issues and the particular needs of national implementations. Cameroon as a developing country has particular needs in training and infrastructural capacity building.

One of IUCN’s most pertinent recommendations that is of interest to Cameroon is the need to “urge parties to ratify the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (PGRFA), integrate food security within the CBD’s agenda and address the relationship of both instruments in dealing with other *ex situ* collection on PGRFA”(IUCN 2004).

### **The Bonn Guidelines**

The Bonn Guidelines cover all genetic resources and associated traditional knowledge, innovations and practices covered by the CBD as well as benefits arising from using them, with the exclusion of human genetic resources.

Some experts in Cameroon suggest that the Bonn Guidelines, though voluntary, may serve as an input in developing and drafting legislative, administrative or policy measures on ABS, following its objectives which are to, inter alia:

- Contribute to the conservation and sustainable use of biological diversity
- Provide Parties and stakeholders with transparent frameworks to facilitate access to genetic resources and ensure fair and equitable sharing of benefits
- Provide guidance to Parties in developing access and benefit sharing regimes
- Provide capacity building to guarantee the effective negotiation and implementation of access and benefit-sharing arrangements, especially to developing countries.



Cameroon has been active in international negotiations on ABS and it hopes to make maximum use of the Bonn Guidelines when drafting the national policy and legal framework on ABS.

### **CITES**

The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) that was adopted in Washington DC on the 3 March 1973 has objectives that include protecting certain endangered species from over exploitation through import and export permit.

Cameroon acceded to CITES on 5 June 1981, and the Convention came into force in the country on 3 September 1981. Apart from the wildlife law that protects certain species, Cameroon needs to fully implement CITES by integrating it into its national law. The Ministry of Environment and Forestry (MINEF) is presently elaborating a legal instrument to this effect (WWF 2004).

### ***The existing legal framework in Cameroon***

There is no comprehensive law on access to genetic resources or on fair and equitable sharing of benefits as required by Article 15 of the CBD in Cameroon. However, Cameroon as party to this convention and, mindful of the need for conservation and sustainable use of its biological resources, has made significant efforts (though not enough) in legislation by enacting in 1994 (not long after the 1992 Rio Summit) of Law No 94/01 of 20 January 1994 to specify legislation on forestry, wildlife and fisheries and Law No 96/12 of 5 August 1996 regulating environmental management in Cameroon.

### **The 1996 Framework Law on Environmental Management**

This law recognizes the need for a system of control of access to genetic resources in Cameroon in Articles 64 (1) (c). According to Article 65 (1) of the 1996 framework law, "Scientific exploration and biological and genetic resource exploitation in Cameroon shall be done under conditions of transparency, and in close collaboration with national research institutions and local communities, and should be profitable to Cameroon. The exploration and exploitation should be done under conditions stipulated by the international conventions relating thereto, duly ratified by Cameroon, especially the Rio Convention of 1992 on Biological Diversity".

The law left the terms and conditions or the contractual relationship between foreign researchers and Cameroonian research institutions to be established by an enabling decree that is not yet in place.

### **The 1994 Forestry, Wildlife and Fisheries Law**

The 1994 forestry, wildlife and fisheries law attempts to address the need to rationalize the forestry sector, conserve and sustain biological resources, increase the contribution of forest resources to develop and improve the lives of local communities and forest dwellers.

Section 12 of the 1994 forestry law thus states that: "The genetic resources of the national heritage shall belong to the State of Cameroon. No person may use them for scientific, commercial or cultural purposes without prior authorization. The economic and financial spin-off resulting from their use shall be subject to the payment to the state of royalties, the rate and conditions of which shall be laid down, to the prorata of the value, by an order of the Minister in charge of Finance upon the proposal of the competent ministers".

### **The Implementing Decree for the Forestry, Wildlife and Fisheries Law**

Decree No 95/531/PM of 23 August 1995 to determine conditions of implementation of forestry regulations, provides<sup>1</sup> that, the management of forest genetic resources shall be the responsibility of the services in charge of forestry, wildlife and environment, with the assistances of services in charge of scientific research. According to this decree, the harvesting of samples of genetic

---

<sup>1</sup> Article 13 (1)

resources for scientific or cultural purposes shall be subject to obtaining an authorization issued by the Minister in Charge of Forestry upon the recommendation by the Minister in Charge of Scientific Research and the prior constitution by the applicant of a reference stock of the resources in the Cameroon National Herbarium<sup>2</sup>.

The Ministry of Scientific and Technical Research is currently preparing a text on the granting of permits for the exploration of genetic resources in Cameroon.

Of particular interest is ecologically fragile areas provided for in Section 17(3) of which forestry, wildlife and fisheries services are called upon to preserve the diversity of biological resources by initiating or participating in setting up *ex situ* units, such as genetic resource banks, seed orchards or nurseries.

On the protection of genetic resources, Section 78 of the 1994 law classifies animal species living in the national territory of Cameroon, for purposes of their protection, into A, B, C according to the order laid down by the Minister in Charge of Wildlife. Following this classification:

- Class A – animals that are totally protected and may on no occasion be killed
- Class B – animals that are protected and may be hunted, captured or killed, subject to grant of permit
- Class C – animals that are partially protected; capture or kill to be regulated by order of the Minister in charge of wildlife.

### **The Finance Law of 1997**

Law No 97/014 of 18 July 1997, bearing the finance law for 1997/1998 fiscal year, fixes the rates of taxes, rights or royalties in the forestry sector. This includes felling (logging) tax, annual forestry royalties and progressive surtax. The 1997 Finance law also fixes the distribution of the annual forestry royalties between the state, the local councils and the riparian village communities. According to this distribution, 50% of the royalties go to the state, 40% to the local council concerned and 10% to the riparian village communities concerned. This is a departure from the old practice whereby all the revenue went to the state coffers.

These are the major texts that make substantial provisions on the exploration and exploitation of Cameroon's genetic resources, but there are other regulatory instruments in the form of decrees, orders, decisions and circulars from the concerned ministerial departments that are also applicable to access and benefit sharing of genetic resources in Cameroon.

### **Other regulatory instruments**

*Applicable regulatory texts that equally govern ABS issues in Cameroon are discussed below:*

The Joint Order No 0001222/MINEFI/MINAT of April 1998, fixing modalities for the use of revenue from forestry exploitation destined to riparian village communities, signed by the Minister of Economy and Finance and the Minister of Territorial Administration. This revenue includes part of the forestry royalties due to these communities and the contribution for the realisation of social work. The joint order makes the said revenue a public fund and its management is supervised by the state.

The National Forestry Policy of Cameroon has the objective of perpetuating and developing the economic, ecological, and social functions of the forest within the framework of an integrated management that ensures an elevated and sustainable conservation and utilisation of genetic resources and the forest eco-systems (WWF 2004).

### **Application of Cameroon Law to ABS**

Though provided for in Articles 12 (1) of the 1994 forestry, fisheries and wildlife law, Article 13 (2) of the 1995 Forestry decree and Article 65 (1), of the 1996 environmental law, no comprehensive benefit-sharing mechanism has been elaborated to implement the legislation in Article 65(2) of the 1996 law that envisages an enabling decree to lay down the terms and

---

<sup>2</sup> Article 13 (2)

conditions under which foreign researchers, Cameroonian research institutions and local communities collaborate. The absence of an ABS regulation on agricultural PGR and farm animal genetic resources in Cameroon has been considered a source for gene piracy.

### **ABS Regime on Timber Products**

In Cameroon the pre-requisite for access to wood products is an approval from MINEF, referred to as “agreement”, and a licence. Decree No 95/531/PM of 23 August 1995 provides for four types of licences, namely:

- The sale of standing volume
- The forest concession
- Exploitation permit
- Personal logging authorization.

This is as far as access is concerned.

For benefit sharing, the distribution of benefits as provided for by the 1997 Finance law is 50% to the state, 40% to the local councils, and 10% to the riparian communities.

### **ABS Regime on Wildlife Products**

Apart from traditional hunting and user rights that are access instruments of their own nature, all other forms of access must be covered by one of the following:

- Wildlife exploitation licences
- Capture permit
- Collection licence
- Hunter guide licence
- Game ranges or game-farming licence
- Cinema camera and photographic hunting permit.

Benefit sharing mechanisms for wildlife are not yet elaborated, the finance law provisions on distribution of benefits is being applied.

### **ABS Regime on Non-timber Forest Products (NTFP)**

Non-timber forest products are not yet properly regulated in Cameroon. However, MINEF is currently working on a text to this effect. Meanwhile, in the absence of this regulation, some NGOs such as WWF-CARPO, WCS, BDCPC/shaman, have developed their own benefit-sharing systems. Also, concerning local communities is Order No 0518/MINEF/CAB of 21 December 2001, signed by MINEF to specify additional communities’ rights to acquire community forests. These are pre-emption rights that fall within the Emergency Action Plan and are aimed at translating the resolutions of the 1999 Yaounde Heads of State Forest Summit. The Yaounde Declaration states in one of the resolutions that local communities should be involved in the management of forest and wildlife resources for their own benefits. The pre-emption rights give the local communities the priority to choose a forest in the locality over “new sales of standing volumes” to logging companies (MINEF 2002).

### ***Government measures to control access and monitor benefit sharing***

These measures are outlined below:

- Cameroon government’s policy on good governance in sustainable biodiversity management
- The Central Forest Control Unit, created by MINEF in 2001 to inspect and monitor the exploitation of forest genetic resources
- Nation-wide anti-poaching campaign to enforce laws and sensitize the public on the need to protect endangered animal species.

Alternative measures to protect endangered species include encouraging people to start poultry, pig and mushroom farming.

### ***Institutional framework and collaborative action***

There are some basic institutional structures for managing Cameroon's genetic resources, such as MINEF, Ministry of Scientific and Technical Research (MINREST), Ministry of Finance and Economy, Ministry of Agriculture (MINAGRI), Ministry of livestock and Fisheries, Ministry of Industries and Commerce, local councils, local communities, Institute for Agricultural Research and Development (IRAD), Limbe Botanic and Zoological Garden (LBZG), and NGOs. There are, however, indications of a common desire by experts, for a national authority with well defined functions to manage ABS. These wishes are expressed through recommendations during meetings and workshops (MINEF 2002).

Various collaborations have been initiated through joint projects and workshops bringing together concerned ministries, such as MINEF, MINRES, MINAGRI and national and international NGOs working to establish methods of implementing the requirements of international conventions, especially the CBD on ABS. Examples of such collaborations are explained below:

- Cameroon as a member of Commonwealth West Africa, is working with the Commonwealth Science Council to develop a sui generis text on ABS.
- The Government of Cameroon and national and international NGOs are working in partnership to develop a comprehensive legal framework on ABS.
- LBZG has teamed up with partners to develop policies on access to genetic resources and equitable sharing of benefits resulting from them.
- The BDCP and Yaounde University have been working to ensure appropriate, fair and equitable ABS measures in the exploitation of *Ancistrocladus korupensis*, a medicinal plant found in the Korup National Park in Cameroon that is said to have potential for curing HIV/AIDS. An American company exploited this plant for study some years back.

### **The Case of the LBZG**

The LBZG, under the tutelage of MINEF, in its endeavour to ensure conservation and sustainable use of genetic resources, has been instrumental on access and benefit sharing matters in Cameroon. Over the years, it has undertaken a policy review and development to implement provisions of the CBD. These developments include amongst others, a policy on ABS. The core policy document draws on LBZG's involvement in, and endorsement of the common policy guidelines, and principles on access to genetic resources and benefit sharing for participating institutions. These common policy guidelines were developed by an international consortium of botanical gardens and research institutions.

LBZG's special interest reflected in agreements is the need to set terms for supply and acquisition of biological materials and associated biological traditional knowledge, and to define terms for collaborative research. Of all its agreements, LBZG's Policy on Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing is a framework document that is relevant to all its interactions. It is the umbrella LBZG/MCBC policy that provides the definitions, objectives, principles, and description of the various policy elements including the range of agreements that guide specific transfers of biological material, associated knowledge and collaborative research relationships. LBZG intends to work with the Government of Cameroon to gain official support for its policy and to further build and implement institutional capacity.

In addition to the agreement on ABS, the LBZG's framework policy document lists the various policy agreements to guide in collaborative encounters with other partners, namely:

- Collaborative research
- Agreements for the supply and acquisition of biological material and associated knowledge, specifically:
  - Agreement on the supply of biological material for non-commercial use
  - Agreement on the supply of duplicate herbarium and other preserved specimen
  - Agreement for the loan of herbarium and other preserved specimen
  - Agreement on conditions for access to LBZG databases
  - Agreement for the acquisition of biological material for non-commercial Use.



Community Agreements: LBZG recommends written or verbal agreements between researchers and institutions conducting fieldwork with or around local communities. LBZG is currently developing its own agreements with local communities on rates and fees, and wider issues on the institution's role in brokering or facilitating and conducting research in Mt Cameroon area.

### **Practical cases of ABS experience in Cameroon**

#### ***Prunus africana***

This is a hard medicinal plant species, commonly known as pygeum, found in some mountainous forest areas in Africa. In Cameroon, this plant grows in the forested areas on the mountain slopes in the North West and the South West provinces. It is a genetic resource used for medicine and wood carving.

In the past, this tree has been sold in the medicine markets in Europe as treatment for benign prostates hyperplasia. This genetic resource is collected around Mount Cameroon and Mount Kupe in the South West Province, and Mount Oku in the North West Province.

Studies show that many tonnes of pygeum bark have been exploited annually from wild populations in Cameroon for export to such countries as Argentina, Brazil, France, Japan, Spain, USA and Venezuela (WWF 1998).

In 1997, MINEF and the Mount Cameroon Project facilitated an Agreement between Plantecam, a French company, and two villages on the slopes of Mt Cameroon to improve sourcing and ensure sustainability in harvesting the bark of pygeum and improve management of the species.

According to the Agreement, Village Prunus Harvesters Union will harvest barks sell them to Plantecam at 209 CFA francs, the price at which Plantecam would sell to traders with special permits. These traders bought the barks from the villagers at 100 CFA francs and sold them to Plantecam for more than 100% profit.

From these arrangements, the villagers realized various benefits, such as the long awaited water project from money paid to the Village Development Fund. Non-monetary benefits included:

- Training: Villagers were trained on sustainable harvesting of the bark of pygeum monitored by Plantecam, Mount Cameroon Project and MINEF staffs. They were also trained in financial accounting and relationship with companies.

Capacity and institutional building included:

- Improved village structures
- Greater awareness of the long term benefits of sustainable bark harvesting
- Capacity to realize benefits locally
- Establishment of institutions, such as the Village Development Fund, Harvesters Union and its Monitoring Committee
- Updating of infrastructure and equipment, such as roads in some remote villages to improve accessibility
- Building of communities halls
- Distribution of cutlasses and climbing gears for use in bark collection.

Benefits from the medicine industries in Cameroon include monetary remuneration, such as advance payments and royalties and non-monetary rewards, such as development of sustainable sourcing industries, technology and training. Local communities in the Mount Cameroon area benefited from increased payment for harvested material training and capacity building, and institutional building from the exploitation of *Prunus africana*, a local genetic resource, in conformity with the provisions of Article 8 (j) of the CBD.

The objective of the CBD on fair and equitable sharing of benefits was, therefore, significantly implemented in the pygeum case, the most important outcome being the creation of incentives for biodiversity conservation and sustainable development over time.



### ***Ancistrocladus korupensis***

*Ancistrocladus korupensis* is a woody climber forest vine found in the tropical forest of Cameroon and Nigeria, said to have the potential to treat HIV/AIDS. It was first collected in Korup National Park in 1987, but it was a forest vine with no reported local use or name. The collectors from the Missouri Botanical Garden under contract did this initial collection from the USA National Cancer Institute (NCI).

In 1990 the NCI identified a promising compound of *Ancistrocladus korupensis*, said to yield the anti-HIV naphthyl-isoquinoline alkaloid Michel amine B. By 1992, the first Agreement on research collaboration was signed between NCI and the University of Yaounde, Cameroon.

The *Ancistrocladus korupensis* case generated a complex debate on ABS and the commercialization of the species, leading to the inclusion of provisions on ABS in the use of genetic resources in the Forestry, Wildlife and Fisheries Law in 1994, and the framework law on environmental management, 1996 (WWF 1998).

The collection of *Ancistrocladus korupensis* involved a cross-section of institutions namely:

- Local communities;
- Cameroon government- MINEF and MINREST being the most directly involved in biological diversity prospecting in Cameroon;
- The University of Yaounde that participated in research on the distribution and cultivation of *Ancistrocladus korupensis* in collaboration with the Missouri Botanical Garden;
- The National Cancer Institute of the USA and Perdue University that was contracted to research on the feasibility of propagation and cultivation of *Ancistrocladus korupensis* at Korup National park.

The *Ancistrocladus korupensis* case raises a range of ABS issues such as the need for:

- A national framework for biodiversity prospecting related issues, including a national ABS strategy for genetic resources, the drafting and effective implementation of ABS measures, as well as the creation of an implementing authority with well defined functions and funding to achieve set objectives;
- The integration of benefits resulting from research and development (R&D) into ABS, as these benefits often contribute to capacity building and technology transfer;
- Non-legislative ABS approaches, such as research agreements, institutional policies and professional scientists code of conduct that outlines researchers' responsibilities to governments, parks, research institutions, and local communities in countries where collection takes place. This need led LBZG to specify its policy on ABS and R&D as discussed earlier (LBZG 2001).

Benefit-sharing in the case of *Ancistrocladus korupensis* grew from R&D including the development of large-scale sustainable supply of raw material and scientific collaboration in natural product research. A benefit-sharing plan or framework for collaboration, however, was never articulated. Despite efforts to create commissions to look into this issue, the Government of Cameroon never signed an agreement covering the collections undertaken in the country by NCI. Meanwhile, research on Michel amine stalled due to emissions of a toxic compound. It is, however, thought that the compound might still be of interest in the future.

### **Perspective**

Experts in Cameroon, through meetings and workshops, have recommended:

- Multi-stakeholder national consultations on ABS to be carried out throughout the country;
- A national strategy on conservation, sustainable development, and scientific capacity-building;
- Development of institutional support to facilitate the consultation and strategy-drafting;
- Development of ABS measures- decree, law, among others;
- Need for any legislation on genetic resources for Cameroon to be comprehensive- (extending to all categories of genetic resources);

- Need for legislators to consider acceptable criteria for law, such as transparency, accountability, expediency, fairness and equity;
- Compliance approaches and measures;
- IPRs of local people.

### **Conclusion**

Cameroon has done much to implement international conventions on the conservation of biological diversity. However, much is yet to be done to put in place policy and legislative instruments that govern and ensure appropriate access to genetic resources and equitable sharing of benefits resulting from their utilization.

### **References**

- ICTSD. 2003. Trading in Knowledge: Development Perspectives on TRIPs, Trade and Sustainability. Bellmann C. et al (eds.), Earthscan UK and USA.
- IUCN. 2004. Policy Recommendation Papers. Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing. Seventh Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on biological Diversity (COP7) Kuala Lumpur, Malaysia.
- Kerry ten K, Laird S. 1999. The Commercial Use of Biodiversity: Access to genetic Resources and Benefit-Sharing. Earthscan UK &USA.
- Lair S, Lisingue E. 1998. Sustainable Harvesting of *Prunus africana*. Benefit-Sharing Between Plantecam and the Village of Mapanja. WWF-CPO Yaounde, Cameroon.
- LBZG. 2001. The Limbe Botanical and Zoological Garden's Policy on Access to Genetic Resources and Benefit-Sharing. LBZG Limbe, Cameroon.
- MINEF. 2002. "Lettre Verte" No 006, Younde, Cameroon.
- MINEF. A Compendium of Official Instruments on Forest & Wildlife Management in Cameroon.
- Sanchez V, Juma C. (eds.) 1994. Biopiracy: Genetic Resources & International Relations. Environmental Law Policy Series No 4, 1994. ACTS Press Nairobi, Kenya.
- WWF-CARPO. 2004. Report on "Technical Experts Workshop on the Development of Access and benefit-Sharing Legislation For Cameroon". Yaounde, 15-16 January 2004.
- WWF International Discussion Paper. 1998. Measures to Control Access and Promote Benefit-Sharing: A Selection of Case Studies.

## The Genetic Resources Policy Initiative (GRPI): Strengthening capacity to analyse national options

*J. Estrella, M. Halewood*

*Biodiversity International, Rome, Italy*

### **Abstract**

In recent years there has been a dramatic increase in awareness of the significant contribution genetic resources for food and agriculture (GRFA) make to food security, poverty alleviation and environmental sustainability. Unfortunately, this awareness has not come with general agreement on how to regulate the use, control, management and conservation of GRFA. Several factors have contributed to this phenomenon. For example, new technologies to exploit GRFA have been accompanied by controversial claims concerning the ownership, use and safety of new products and processes. Recently empowered stakeholders, for example, farmers, indigenous peoples and consumers, have introduced new concerns and demands in view of novel uses of genetic diversity in industry, pharmacology and agriculture. Meanwhile, the scientific, economic and socio-political data on which policy makers need to base decisions for different regulatory approaches is still relatively sparse and inaccessible.

This paper analyses the experiences of the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI), a project that is supporting capacity building and participatory research to assist institutions and personnel engaged in the development of policies and laws that affect the conservation, use, management and control of GRFA in developing countries. Current activities are being carried out in six pathfinder countries (Egypt, Ethiopia, Nepal, Peru, Vietnam and Zambia), in each of which a national task force is analysing policy-related issues such as access and benefit sharing, intellectual property rights, farmers' empowerment and the implications of using biotechnology, among others. Each GRPI task force comprises a multi-stakeholder, multi-sectoral and multi-disciplinary group of interested individuals who act as the 'governance unit' of the project. This '3M' approach is seen as key to the success of creating and implementing GRFA policy. Effectiveness of the conservation and sustainable use of genetic resources relies to a great extent on the capacity of governments to develop comprehensive policy frameworks based on the principles of consultation, representation and coordination. Application of these principles is seen as key to the success of implementing policy and as a tool to combat food insecurity.

GRPI is also conducting activities at the sub-regional level, that is, West and Central Africa, East Africa and the Andes. A strategy will be presented by GRPI to implement activities in the African sub-regions in collaboration with inter-governmental institutions and countries.

### **Introduction**

In recent years there has been a dramatic and welcome increase in awareness, worldwide, of the critical contribution that genetic resources for food and agriculture (GRFA) make to food security, poverty alleviation and environmental sustainability. However, this increased awareness has not come with general agreement about how the conservation, management, use and control of GRFA should be regulated. One could argue that the opposite is true. A number of factors have contributed to this phenomenon. For example, technologies that facilitate new ways to 'divide-up' and re-deploy GRFA have been accompanied by controversial claims concerning the ownership and use of new products and processes. Newly empowered stakeholders, for example, farmers, indigenous peoples, consumers and governments of small developing countries have introduced new concerns and demands. Local plant varieties and breeds of livestock continue to disappear at alarming rates. Activities associated with the conservation and use of GRFA used to be shrouded in obscurity, and thought to be interesting only to those technical experts directly involved. Currently, as the importance of the activities

is more widely appreciated, how they are regulated has become an important topic, frequently on the front pages of national newspapers. The field is still further complicated by the maturing consensus that crop, forest, livestock, aquatic and microbial genetic resources are so tightly linked within ecosystems that policies affecting the conservation and use of each type of organism cannot be considered in isolation. Meanwhile, the scientific, economic and socio-political data upon which policy-makers need to base decisions about the relative importance of different regulatory approaches is still relatively sparse. Much of what exists frequently does not make it to the desks of relevant policy-makers. Given the complexity of the issues and the range of stakeholders involved – to say nothing of the cash-strapped nature of most government departments – there is a tendency among policy-makers to go their own way, developing policy initiatives that fall within the formal mandate of their departments in relative isolation, with only minimal consultation with other government departments, and even less with universities, private industry, civil society and farmers' organizations. The result, in many countries, is that the government has developed, or is developing, an uneven patchwork of policies and laws that reflect an uncoordinated diversity of sometimes competing priorities. Other countries still do not have any laws or policies developed to address these issues. In light of the uncertainty in the regulatory environment, there is a growing body of evidence that germplasm collections, exchange, conservation and research are being undermined. The field is increasingly politicized, and government bodies mandated to regulate it are increasingly hesitant to take decisions out of fear of widespread public disapproval. Consequently, opportunities to engage in critical agricultural research and to pursue national development priorities are not being fully exploited.

### ***The Genetic Resources Policy Initiative (GRPI)***

GRPI responds to this situation by supporting national and sub-regional inter-institutional capacity building and highly participatory research at the nexus of policy making and science. GRPI is working to design model processes for multi-stakeholder, multi-disciplinary and multi-sectoral cooperation (the "3M approach") in the development of law and policy, as they relate to GRFA. As a first step, in each country and sub-region, GRPI supports the creation of multi-stakeholder governance units (*task forces*) to oversee and participate in subsequent activities. The composition of the task forces, while different in each country, includes as wide as possible a range of representatives from key government departments, private industry, civil society, farmers' groups, universities, parliamentarians, indigenous communities, among others. The task forces are providing oversight of all activities associated with the project, ensuring broad-based participation, providing technical backstopping, and playing an overall harmonizing role. As GRPI's 3M *modus operandi* is to support participatory research involving active engagements and commitment from a wide range of stakeholders, the national and sub regional task forces are critically important.

### ***Phase 1 activities***

In the early stages of the project, the task force is overseeing the execution of a nation-wide survey of:

- Who-is-doing-what in different genetic resources-related sectors;
- What stakeholders think are the most pressing concerns on the conservation, management and use of GRFA from the perspectives of both their own institutions, and for the country;
- What means are currently available to the stakeholders within the country to address those concerns;
- What gaps exist in the current body of individual, institutional and cumulative national research and capacity to analyse and establish policy;
- Which of those gaps do national and sub-regional participants agree need to be addressed as priority to develop appropriate policy frameworks and laws.

The task forces are engaging in a wide range of activities as part of the survey processes, for example:

- Hosting multi-stakeholder awareness raising meetings, conducting focus discussion sessions;
- Developing questionnaires as a tool for individual interviews conducted nationwide by recruited representatives from different stakeholder groups;
- Working with farmers' associations at community levels to develop methodologies for knowledge sharing and information gathering.

The task forces are also identifying and coordinating research on key questions to inform the survey process, such as the analysis of existing policy frameworks and laws, patterns of exchange of GRFA between the country or sub-region concerned and the rest of the world, and the contribution of various technologies to community livelihoods, among other issues. Whenever possible, multi-stakeholder teams approved by the task forces carry out the research. The survey process will culminate in national and sub-regional meetings where participants will:

- Confirm the findings of the survey;
- Identify multi-stakeholder units (*Pods*) to develop work plans and budgets for action research and capacity strengthening activities that will address priority issues identified in the survey;
- Broaden the constitution of the task forces in preparation for their roles in Phase 2.

The survey, background studies and summary of the Phase 1 process will be formally submitted to the governments of the pathfinder countries and to regional inter-governmental bodies of the pilot sub regions.

### **Phase 2 activities**

In the second phase of the project, the task forces will oversee the development, harmonization and quality control of the work plan and budget generated in response to the priorities identified in the survey. They will also pull the elements proposed by the multi-stakeholder pods into a unified and complementary set of activities. GRPI's International Steering Committee will evaluate the task forces' harmonized proposal and, if necessary, make suggestions for alterations to complement other research activities in other GRPI countries. Once the country or sub-regional proposal are approved, the task forces will continue to ensure broad-based participation, provide technical backstopping, and play an overall harmonizing role vis-à-vis the research activities. The final products of the GRPI Project will vary, depending on the priorities identified and the research methodologies pursued. They will include:

- Reports of national and sub-regional surveys;
- Research papers linking sectoral activities, socio-economic analysis, and development goals to various policy options;
- Training materials;
- Strengthened capacity of governments to 'mainstream' interdepartmental coordination and multi-stakeholder consultation concerning GRFA-related policies;
- Drafting national GRFA-related policies and laws;
- A web-based policy information brokerage service (PIBS) that links trainers, researchers and policy-makers to a synthesized compilation of existing technical materials, and that provides a basis for communication and information-sharing among them;
- An established 'institution' or *locus* for coordinating and supporting more such activities in the future.



## National and regional plant genetic resources management

**Overview study on national programmes in West and Central Africa**

*R.S. Vodouhe, E. Achigan Dako*

*Bioversity International<sup>21</sup>, Cotonou, Benin*

**Abstract**

The close relationship between people and plants in West Africa can be seen in the central role that plants play as a source of traditional foods and medicines and as symbols in local cultural practices, religion, folklore and art. Plants are vital for the development of human society. The task of promoting the conservation and use of plant genetic resources (PGR) in West and Central Africa, as well as that of enhancing awareness of their importance and value, is a major one. Unfortunately, National PGR programmes in most countries in West and Central Africa (WCA) are not adequately strong, and lack basic conservation and evaluation facilities, as well as human resources. For most countries in the region, the national research and development systems are in an early stage of evolution, and have limited manpower and financial resources. The component of plant genetic resources conservation (PGRC) within these programmes is even weaker. However, in a few countries, some reasonable investment is being made to redress this.

**Introduction**

Use of plant materials to feed people and animals, to build houses or to cure diseases is known since our ancestors' time. Fruits, seeds or other parts of the plants are harvested. The need for domesticating plant species was quickly recognized and people were specialized in cultivating, multiplying or conserving various plants species. The genetic diversity of a country is maintained and enriched by different groups of people: botanists, geneticists, plant breeders, gene bank curators, foresters and healers or herbalists. All these specialists who contribute to the preservation of the national heritage should meet to share experiences and findings through a national forum or national programme. A "national programme" in genetic resources conservation and use is a network of national institutions and resource persons engaged in conservation, enhancement and use of genetic resources nationally. The partners of the system are playing specific and complementary roles. Unfortunately for many decades, this kind of system has not existed in WCA. The specialists of plant genetic resources did not know each other and met rarely to share experiences and findings. However, over the recent years, there was a significant effort to establish national programmes in many countries of the sub region as a response to the emerging international issues raised by international agreements, such as the Convention on Biological Diversity (CBD), the Biosafety Protocol, and the International Treaty on Plant Genetic Resources (ITPGR). These international agreements need, for their practical implementation, structures or mechanisms, such as national programmes to be achieved. This paper presents an assessment of efforts in establishing national programmes for PGR in WCA.

**Definition of national programme on plant genetic resources**

A "national programme" in genetic resources conservation and use is a network of national institutions, sectors and resource persons engaged in conservation, enhancement and use of genetic resources. The different categories of partners and stakeholder that should be involved in a national PGR programme are:

- **Ministries:** This category includes ministries in charge of agriculture, environment, science and technology, trade, forestry, foreign affairs, culture, energy, and tourism.
- **Sectors:** This category includes sectors related to agriculture, environmental protection,

research and development, farming, education, business, trade, economics, intellectual property, forestry, rural development, and nutrition and health.

- **Institutions:** This category includes national agricultural research centres (NARCs), gene banks, plant breeding stations, managers of protected areas, farmers organizations, agricultural extension services, agricultural credit services, universities and colleges, research institutes, botanical gardens and arboreta, agri-businesses, export promotions agencies, import substitutions agencies, marketing, forestry, and land use planning.
- **Stakeholders:** This category includes farmers, rural communities, plant breeders, biotechnologists, pharmaceutical industry, indigenous communities, traditional communities, scientists and researchers, domestic and foreign non-governmental organizations (NGOs), domestic companies, foreign companies, foresters, extension agents, traders, urban consumers, and rural consumers.

All actors from different areas that are concerned with the conservation and use of plant genetic resources need to coordinate their activities. This allows them to be aware of each other and coordinate all activities to conserve and use PGR among the main stakeholders to realize the full benefit of national investment (Engels et al., 2001).

The CBD and Agenda 21 have stressed the need for national PGR programmes to bring together experiences and knowledge to best use current human, financial and technical resources and maximize efforts countrywide.

There is no ideal model for coordinated national PGR programmes, but the common elements of strategic planning, coordination and communication are likely to apply in all cases.

### ***Purpose and basic functions of a national programme***

The ultimate function of a national programme is the conservation and sustainable use of PGR. To achieve this, the following three basic functions should be performed:

1. Elaboration of policies and strategies to meet the countries' objectives.
2. Coordination of activities within the country and facilitating the participation and cooperation between all stakeholders to promote complementarities of local, national and international efforts, and strategies and plans for the formal and informal, public and private sectors.
3. Provision of a focal point to foster regional and international collaboration (Institution and the National PGR Coordinator).

For many years, the different sectors, partners and stakeholders involved in the conservation and use of PGR in West and Central African countries have not worked together and there is no national coordination unit. This has resulted in fragmented or duplicated efforts and the development of national plans and strategy with conflicting objectives. Recently, there has been a significant effort to establish national programmes in many countries of the sub-region as a response to the emerging international issues raised by international agreements, such as CBD, ITPGR and the Biosafety Protocol. The first steps to establishing national PGR programmes in the sub-region include organizing national workshops on conservation and use of PGR and establishing a national committee for PGR.

### ***National workshops and national committee meetings***

The development of strong national PGR programmes calls for the contributions from all national stakeholders. This commitment is possible when all partners meet to assess the national potential for genetic resources management and the status of existing facilities and human resources for conservation. Priority areas that require intervention should be highlighted and means of coordinating activities indicated at such meetings to avoid duplication and waste of limited resources. Within recent years, many WCA countries have initiated and organized national workshop on PGR conservation and use as a first step toward the creation of a national programme.

### Objectives of national workshops

The main and general objectives aimed by national workshops in the sub-region are:

- To bring together national stakeholders to exchange experiences, capitalize on on-going national activities and identify gaps;
- To establish a national forum or network of all national stakeholders and create a national coordination mechanism.

### Agenda of national workshops

Agenda of national workshops comprise sessions on:

- National vision on PGR
- The status of activities on PGR in the country
- The presentation of scientific papers on activities conducted by scientists from NGOs, research institutions, and universities, among others
- On Bioversity/Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWECA's) vision on the PGR programme
- The elaboration of a constitution for the national programme
- The elaboration of terms of reference (ToRs) for the coordination unit and the coordinator
- The election or nomination of an interim coordinator
- The elaboration of a list of activities for 1 - 2 years.

### Role of GRENEWECA/Bioversity

Bioversity through GRENEWECA plays an important role in organizing national workshops. Bioversity/GRENEWECA provides the following support:

- **Facilitating:** Bioversity and GRENEWECA assist national partners in planning, organizing and holding national workshops.
- **Scientific support:** Bioversity and GRENEWECA scientists take part in the workshop and present papers on PGR management and Bioversity, GRENEWECA and SAFORGEN activities. National workshops offer an opportunity to Bioversity/GRENEWECA/ Sub-Saharan Africa Forest Genetic Resources Programme (SAFORGEN) to present the importance of PGR in health, food and agriculture and economic development to scientists, policy makers and the general public. Major urgent needs for national programmes are discussed with ministers to obtain their commitment to support the use and conservation of PGR.
- **Documentation:** Bioversity publications, e.g. posters are distributed to workshop participants.
- **Financial support:** Bioversity/GRENEWECA provides financial support to national partners to hold the initial national workshops.
- **Public Awareness:** Bioversity/GRENEWECA representatives present the importance of PGR in human life to the media.

### Examples of national workshops

Three examples of national workshops held in WCA are described as follows:

#### 1. National workshop in Gambia

- **Date:** 22-23 February 2000
- **Participants:** The workshop brought together participants from the National Research Institute of Gambia, the forestry department, the university, NGOs, and private sector.
- **Outcomes:** The workshop participants reviewed PGR activities in the country, the launching of the national PGR programme, the creation of an interim coordination unit and the raising of awareness among decision makers and the public on the importance of PGR.

#### 2. National workshop in Chad

- **Date:** 15-17 March 2000
- **Participants:** The workshop brought together scientists from the Institut Tchadien de

Recherche Agricole pour la Développement (ITRAD) and the University of Ndjamena, NGOs and ministries of agriculture, education and environment.

- *Outcomes:* The main outcomes of this workshop include better knowledge of the importance of PGR, the examination of the state of national PGR, the assessment of the national capacity for PGR management, the creation of national PGR programmes, the drafting of the constitution for national programme, the establishment of an interim coordination unit, and the elaboration of a plan of activities.

### 3. National workshop in Mauritania

- *Date:* 11-15 September 2000
- *Participants:* The workshop brought together scientists from the Centre National de Recherche Agronomique et développement Agricole (CNRADA), University of Nouakchott, Ecole Nationale de Formation et de Vulgarisation Agricoles, Centre de Formation de Boghé, NGOs, ministries of agriculture, education and environment, and the private sector.
- *Outcomes:* The main outcomes of the workshop are better knowledge of the importance of PGR, recommendation on an urgent action for conservation of date palm, establishment of an interim coordination unit, and the appointment of the Ministry of Rural Development and Environment to set up the national coordination committee.

### National committee meetings

Various partners held national committee meetings in Benin, Togo and Senegal to present and discuss their activities:

- In Benin: the national committee held several meetings to elaborate its strategic plan for five years (2002 – 2007) and to adopt the national constitution on PGR.
- In Togo, Ghana and Nigeria, guidelines of strategic action plans were established and national participants are expected to finalize drafts that will be approved by the authorities.

### Where are we today?

#### Different types of national programmes in WCA

Three different types of national programmes exist in WCA, including:

- Centralized type of programmes with national mandate, national gene bank in a PGR centre, and scientists working full time on PGR (Ghana, Nigeria, Mali);
- Decentralized type with national coordination unit, trained scientists in various domains working part time on PGR but no national gene banks (most national programmes in WCA);
- Informal national programmes: No national coordination or gene bank (Most Lusophone countries except Cape Verde and in countries with difficult political situations).

### Assessment of the progress made in developing national programmes for PGR conservation and use in the sub-region

Table 1 shows the progress made by WCA countries in the development of national programmes for PGR conservation and use.

The information provided in this table revealed that in the sub-region, most of the countries (about 83%) organized their national workshop as a first step towards establishing national programmes. National committees for PGR conservation and use have also been established with interim national coordinators during national workshops. However, only few countries (about 21%) have issued a presidential decree to make their national programme functional. Also, only few countries have drawn up a national strategic plan for PGR conservation and use. The most progressive countries of the sub-region in the process of establishing national programmes are Benin, Guinea Conakry, and Senegal for French speaking countries, and Ghana and Nigeria for English speaking countries.

Table 1: Assessment of progress made in developing national programme for pgr conservation and use

Country	National workshop	National committee	Presidential decree for establishment of national programme	Strategic plan
Benin	Held	Exists	Issued	Exists
Burkina Faso	Held	Exists	Not issued	Exists
Cameroon	Held	Exists	Not issued	Exists
Cap Verde	Not held	Does not exist	Not issued	Does not exist
CAR.	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Chad	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Congo	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Côte d'Ivoire	Held	Exists	Not issued	Does not exist
DRC	Not held	Does not exist	Not issued	Does not exist
Equatorial Guinea	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Gabon	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Gambia	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Ghana	Held	Exists	Issued	Exists
Guinea Conakry	Held	Exists	Issued	Does not exist
Guinea Equatorial	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Liberia	Not held	Does not exist	Not issued	Does not exist
Mali	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Mauritania	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Niger	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Nigeria	Held	Exists	Issued	Exists
Sao Tome and Principe	Not held	Does not exist	Not issued	Does not exist
Senegal	Held	Exists	Issued	Exists
Sierra Leone	Held	Exists	Not issued	Does not exist
Togo	Held	Exists	Not issued	Does not exist

### More commitment on PGR in WCA

Despite this sluggishness in establishing functional national programmes for PGR conservation and use, efforts for more commitments on PGR are evident in some countries.

In Mali, for instance, the PGR section is located in a new building and has recruited more researchers and technicians. The Director General of Institut d'Economie Rurale (IER) has decided to give more support to the national programme on PGR for better management of PGR in Mali.

Directors General of the National Institute of Agricultural Research of Benin (INRAB), Centre National de Recherche Agricole (CNRA) in Côte d'Ivoire, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) and ITRAD have promised to adopt the same approach. There is good will to strengthen national PGR programmes in Chad, Cote d'Ivoire, Guinea and Senegal. The number of researchers working full time on PGR has increased in Benin, Cameroon, Ghana, Mali, Nigeria and Togo. Financial support to the national programme has also increased in Ghana.

Globally the directors of national agricultural research systems (NARS) of WCA are aware of the importance and role of PGR in agriculture, health, food, and economic development in WCA. The West and Central African Council for Agricultural Research and Development/ Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement (WECARD/ CORAF) is supporting GRENEWCA to assist national programmes to achieve their goals.



**Difficulties or constraints encountered**

Although there are concerted efforts to establish national programmes for PGR, resources and coordination, genetic resources conservation systems, and knowledge and information upon which decisions are based are still lacking. There is no long term strategic planning while emerging issues are dealt with on an *ad hoc* basis, leading to a fragmented and often conflicting policy environment.

**Lack of information and documentation systems and necessity of supply of basic conservation facilities to national programmes**

Effective coordination of PGR efforts requires regular communication between stakeholders and conservation facilities. National programmes in WCA are lacking basic conservation facilities, and communication and documentation systems. To strengthen their germplasm conservation capacities and communication facilities, national programmes in Benin, Cameroon, Ghana, Guinea Conakry, Mauritania, Niger, Nigeria and Togo have been provided with computers and conservation facilities through an African Development Bank (AfDB) grant. Bioversity and GRENEWCA organized a training course on PcGRIN and Geographical Information System (GIS) to improve computer skills of national scientists.

**Weakness of the communication mechanisms**

There are few national initiatives to create networks, lower-level committees, task forces, and consortia on PGR. There is need to promote such communication and collaboration.

**Conclusion**

Many WCA countries have responded to emerging international issues by organizing national workshops as a first step towards establishing national PGR programmes. However, these national programmes are not functional in several countries; there are important disparities among countries. A few countries have, on paper, plans and strategies and certain programme activities. However, more governments are committed to the use and conservation of PGR in the sub region.

## Les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Bénin

D. Aly

Centre des Recherches Agricoles du Sud-Niaouli, Attoyon, Bénin

### Résumé

La République du Bénin est située dans la zone intertropicale de l'Afrique Occidentale entre les parallèles 6°30' et 12°30' Nord et les méridiens 1° et 3°40' Est. Elle est limitée au Nord par la République du Niger et le Burkina Faso, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Ouest par la République du Togo et à l'Est par la République Fédérale du Nigeria. Elle couvre une superficie de 112 622 km<sup>2</sup> et se présente comme une mosaïque de zones de basse altitude, de plateaux, de collines et de chaînes montagneuses. La population est de 5.600.000 habitants avec un taux d'accroissement annuel de 3,2 %. La végétation fortement dégradée dans la partie méridionale du pays est subdivisée en cinq (5) grandes zones phytogéographiques: une zone littorale, une zone à affinité guinéo-congolaise, une zone de transition guinéo-soudanienne, une zone soudanienne et la région de Pénésoulou-Bassila (Adjanooun et al, 1989). Ces grands types de végétation correspondent globalement aux différentes zones climatiques et édaphiques du pays. L'agriculture est l'activité dominante et occupe 41 % de la population active totale.

Le Bénin dispose d'une gamme assez variée de ressources phytogénétiques. Elles concernent notamment les essences forestières, dénombrées aussi bien dans les forêts sacrées (*Mansonia altissima*, par exemple), dans les forêts classées (*Azalia africana*, *khaya senegalensis*), que dans les périmètres de reboisement (*Tectoma grandis*, *Anacardium occidentale*, *Acacia auriculiformis*), les plantes fourragères, alimentaires (*Zea mays*, *Vigna unguiculata*, *Manihot esculentus*, *Orizea spp.*, *Digitaria exilis*), médicinales (*Cassia spp.*, *Euphorbia hirta*, *Adansonia digitata*), industrielles (*Elaesi oléifera*, *Gossipium hirsutum*) et stimulantes (*Cola nitia*, *Lippia nutiflora*). Elles sont composées de souches locales et des introductions au sein desquelles se manifeste une grande variabilité. Au niveau de chacune de ces ressources, plusieurs acteurs (chercheurs, universitaires, paysans, développeurs, et ONGs) interviennent pour y mener diverses activités. Ces activités trouvent leur exécution dans les domaines de:

- la prospection et la collecte: plusieurs travaux de prospection et de collecte des espèces ont été réalisés et portent essentiellement sur les plantes alimentaires. Cette collecte n'a pas couvert tout le pays. Plus de 12000 accessions de près de 24 espèces ont été collectées et moins de 5% documentées.
- la caractérisation et l'évaluation: elles portent sur quelques unes des espèces collectées; il s'agit essentiellement du maïs, du niébé, de l'igname, du sorgho, du bananier, du fonio.
- la conservation: deux modes sont largement utilisés; la conservation *in situ* qui implique des réserves naturelles et des domaines classés de l'Etat tels que, les parcs nationaux: 777.050 ha (surtout dans la partie septentrionale), les forêts classées (1.302.863 ha) et sacrées, les réserves botaniques, les zones cynégétiques (580.000 ha) puis au niveau des fermes, des champs, sous forme de culture de case par les paysans et à travers des collections vivantes (semences récalcitrantes); la conservation *ex situ* sous forme de graines, d'épis, de pollen, de paddy dans des structures appropriées telles que les chambres froides ou climatisées, des tubes à essai (*in vitro*), dans les jardins botaniques, et les périmètres de reboisement (4.162 ha).

Ces activités concourent à la conservation et à l'utilisation durable des ressources phytogénétiques du pays. Cependant, le coup de l'érosion génétique frappe durement quelques espèces; certaines ont disparu, d'autres tendent vers la disparition.

Ainsi, dans le souci de maintenir, de gérer et d'utiliser de façon durable les ressources phytogénétiques, des textes réglementaires et législatifs ont été pris, notamment celui créant le comité dénommé « Comité National des Ressources Phytogénétiques » qui comprend cinq

groupes de travail. Cette jeune institution, pour réussir sa mission, a besoin des moyens surtout financiers et l'établissement de liens de collaboration aussi bien avec les institutions nationales, régionales qu'internationales oeuvrant dans le domaine des ressources phylogénétiques.

### **Introduction**

Les Ressources Phylogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture constituent la base biologique de la sécurité alimentaire mondiale et fournissent des moyens de subsistance à tous les habitants de la planète. Elles représentent l'une des principales composantes de la diversité biologique dont la gestion durable reste une grande priorité. Ces ressources sont la matière première la plus importante pour le sélectionneur et l'intrant essentiel pour l'agriculteur. Leur conservation et leur utilisation durable sont donc indispensables pour améliorer la productivité et permettre la durabilité de l'agriculture, contribuant ainsi au développement national, à la sécurité alimentaire et à l'atténuation de la pauvreté.

Le Bénin dispose d'un patrimoine important et varié de ressources phylogénétiques. Elles sont composées de souches locales et des introductions. Conscient de leur importance capitale pour l'alimentation et l'agriculture, en l'occurrence pour la sécurité alimentaire des générations présentes et futures, le Gouvernement béninois a fait engager des actions visant leur gestion et leur utilisation durable. Plusieurs structures étatiques ou non sont impliquées dans la mise en œuvre de ces actions.

### **Quelques traits caractéristiques de la République du Bénin**

La République du Bénin est située dans la zone intertropicale de l'Afrique Occidentale entre les parallèles 6°30' et 12°30' Nord et les méridiens 1° et 3°40' Est. Elle est limitée au Nord par la République du Niger et le Burkina Faso, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Ouest par la République du Togo et à l'Est par la République Fédérale du Nigeria. Elle couvre une superficie de 112 622 km<sup>2</sup> et se présente comme une mosaïque de zones de basse altitude, de plateaux, de collines et de chaînes montagneuses. Sa population est de 5 600 000 habitants avec un taux d'accroissement annuel de 3,2 %.

La végétation fortement dégradée dans la partie méridionale du pays est subdivisée en cinq (5) grandes zones phytogéographiques: une zone littorale, une zone à affinité guinéo-congolaise, une zone de transition guinéo-soudanienne, une zone soudanienne et la région de Pénésoulou-Bassila (Adjanooun et al 1989). Ces grands types de végétation correspondent globalement aux différentes zones climatiques et édaphiques du pays.

L'agriculture est l'activité dominante et occupe 41 % de la population totale active; elle contribue pour 40 % du PIB, procure 70 % des revenus des ménages et constitue 80 % des recettes d'exportation du pays.

### **Gestion de la diversité biologique au Bénin**

Le développement humain durable passe nécessairement par la gestion et la conservation des ressources naturelles en vue d'assurer la satisfaction des besoins vitaux de l'homme tant pour les générations présentes que celles futures. Cette nécessité impose à tous, la gestion et la conservation durable de la diversité biologique qui devient une grande priorité.

C'est dans ce contexte national et international que le Bénin a ratifié en juin 1994, de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD). Ayant pris conscience de l'importance et de l'opportunité de la mise en œuvre de cette Convention, il a mis rapidement en chantier l'élaboration de sa stratégie et de son plan de la conservation des ressources biologiques, en exécution à la recommandation de la première Conférence des Parties sur la Diversité Biologique.

En effet, le Plan d'Action Environnementale (APE) de 1993 fait le diagnostic des questions environnementales et propose une stratégie assortie d'un plan d'action prioritaire pour un développement durable, intégrant la diversité biologique.

La création de l'Agence Béninoise de l'Environnement (ABE) par décret n°95-47 du 20 février 1995 qui traduit la ferme volonté de la mise en œuvre de la politique nationale en matière de l'environnement, l'agenda 21 National approuvé en 1997 qui apporte un appui à la mise en

œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique, ont conduit ou abouti à la mise en œuvre du Projet « Stratégie Nationale et Plan d'Action pour la conservation de la diversité biologique », dont les travaux ont abouti à l'élaboration effective du document intitulé « Stratégie Nationale et Plan d'Action pour la Conservation de la Diversité Biologique du au Bénin » adopté récemment en Conseil des Ministres.

Ce document trace en détail, les orientations stratégiques nécessaires pour la sauvegarde, la gestion et l'utilisation durable des éléments de la diversité biologique au Bénin.

### **Diversité des ressources phylogénétiques**

Le Bénin, dont la flore est estimée à 2500 voire 3200 espèces avec une large distribution phytogéographique, dispose d'une gamme assez variée de ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Celles-ci concernent notamment:

#### **Les ressources forestières**

Le Bénin n'est pas un pays forestier à l'instar de certains pays côtiers voisins (Côte d'Ivoire, Nigeria, Ghana). La forêt couvre seulement 0.4 % du territoire, noyée dans de vastes étendues de savanes variées (40 % environ) et les mangroves sur le littoral. Le domaine classé de l'Etat a été constitué et couvre une superficie de 2 664 075 ha soit 23,7% de la superficie totale du pays. A ces formations naturelles s'ajoutent les plantations de *Tectona grandis* (teck) sur 13 300 ha, *Anacardium occidentale* (anacardier) sur 5 300 ha, *Casuarina equisetifolia* (filao), *Cassia siamea*, *Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus camaldulensis* et d'autres espèces à croissance rapide.

#### **Forêts classées**

Selon les investigations réalisées sur le couvert forestier national en 1980, on compte 46 massifs de forêts classées couvrant une superficie de 1 302 863 ha. Les principales essences de valeur représentées sont: *Azelia africana*, *Antiaris africana*, *Aceiba pentandra*, *Khaya senegalensis*, *Melicia excelsa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Triplochiton scleroxylon* et *Diospyros mespiliformis*.

#### **Forêts sacrées**

On dénombre environ 2 940 forêts sacrées couvrant une superficie totale de 18 360 ha. Les petites forêts sacrées de moins d'un ha représentent 69,4 % du total.

#### **Parcs nationaux, réserves de faunes et périmètres de reboisement**

Le Bénin dispose de deux parcs nationaux couvrant 777 000 ha, de trois zones cynégétiques couvrant 580 000 ha autour des parcs et 7 périmètres (massifs) de reboisement de 4 162 ha .

#### **Ressources fourragères**

Les plantes fourragères renferment une grande variabilité caractérisée par des graminées (*Andropogon* spp., *Brachiaria* spp., *Cynodon* spp., *Panicum* spp. *Rottboellia escalata*), des Fabacées, des Mimosacées, des Ceasalpiniciacées, des Moracées, etc.

#### **Plantes alimentaires**

Elles concernent la plupart des espèces annuelles cultivées dans les zones tropicales. Il s'agit:

- du maïs (*Zea mays*): souches locales collectées et introduites;
- du sorgho (*Sorghum bicolor* L.): souches Guinea, Dura, Candatum et Bicolor;
- du mil (*Pennisetum glaucum*);
- du fonio: *Digitaria exilis* et *Digitaria iburna*;
- du riz (*Oryza* spp): *Oryza sativa*, *Oryza barthii*, *Oryza punctata*, *Oryza glaberrima*, *Oryza longistaminata*;
- du niébé (*Vigna unguiculata*): collection nationale et souches introduites;
- du manioc (*Manihot esculenta*): cultivars locaux et introductions;
- de l'igname (*Dioscorea* spp.): *D. rotundata*, *D. cayensis*, *D. alata*, *D. tumentorum*, *D. bulbifera*, *D. esculanta*.

- du voandzou (*Vouandzea subterranea*);
- de l'arachide (*Arachis hypogea*);
- du soja (*Glycine max*): souches introduites;
- de goussi (Cucurbitaceae): *Lagenaria* spp., *Cucumeropsis* spp. et *Citrillus* spp.;
- de la patate douce (*Ipomea batatas*);
- du taro;
- de bananes et bananes plantins (*Musa* spp.): *Musa acuminata* et *Musa balbisiana*.

### Plantes industrielles

Parmi celles-ci, on peut citer:

- le coton (*Gossypium hirsutum*); la collection compte des variétés avec et sans gossypol, des introductions et de créations;
- Le cocotier (*Coco nucifera*); la collection comporte des plants de GOA (Grand Ouest Africain), des plants de NJM (Nain Jaune de Malaisie et Ghana), des plants de NRC (Nain Rouge du Cameroun) et de NVE (Nain Vert de la Guinée Equatoriale);
- Le palmier à huile (*Elaeis* spp.); la collection est constituée de deux espèces (*Elaeis guineensis* et *Elaeis oleifera* qui renferment une grande variabilité caractérisée par la couleur du fruit, la présence ou non des caroténoïdes dans la pulpe à maturité, l'épaisseur de la coque.

### Plantes médicinales et plantes stimulantes

Plus de 507 espèces ont été recensées pour traiter des infections diverses. On peut citer entre autres plantes médicinales: *Cassia* spp., *Eriosema* spp., *Adansonia digitata*, *Euphorbia hirta*, *Uvaria chamae*, *Cotus spectabilis*, *Crysantellum americanum*, *Desmodium* spp., *Waltheria indica*, etc.

Quant aux plantes stimulantes, il en existe une large gamme. On distingue:

- les plantes stimulantes alimentaires (*Cola nitida*, *Cola acuminata*);
- les plantes stimulantes sexuelles (*Dissotis antenniferia*);
- les plantes stimulantes médicinales (*Waltheria indica*, *Lippia nutiflora*, *Combretum micranthum*, *Uvaria chamae*);
- les plantes stimulantes psychotropes (*Voacanga africana*, *Rauwolfia vomitoria*, *Nicotiana tabacum*, *Datura metal*, *Canabis sativa*, etc.).

### Les plantes potagères

Le Bénin a une diversité de plantes potagères ou maraîchères qui n'ont jamais fait l'objet de prospection. Il est envisagé la prospection et la collecte des légumes traditionnels qui vont démarrer sous peu. Quelques-unes des espèces de ce groupe de plantes figurent dans le lot des collections nationales. On peut citer, notamment:

- le piment (*Capicicum frutescens*): collection composée de variétés locales et des introductions du Sénégal et du Burkina Faso;
- la tomate (*Lycopersicum esculentum*): variétés locales et celles introduites du Sénégal, de l'Algérie, de la Tanzanie;
- le gombo (*Hibiscus esulentus*): variétés locales et variétés introduites du Sénégal;
- l'amarante (*Amaranthus* spp.): variétés locales et variétés introduites de la Tanzanie;
- l'oseille de Guinée ou bissap (*Hibiscus sabdariffa*): variétés locales, sans introduction pour le moment.
- L'oignon (*Allium cepa*): variétés locales et celles introduites du Niger et du Burkina Faso.

Il faut signaler que ces ressources phytogénétiques procurent, une large gamme de produits utilisés pour la médecine traditionnelle, l'agroforesterie, les bois d'œuvre et de feu aussi bien pour l'alimentation humaine que pour l'alimentation animale. Elles sont également utilisées pour les programmes d'amélioration variétale par les chercheurs des instituts de recherche tant nationaux, régionaux qu'internationaux.



### **Activités de gestion des ressources phylogénétiques**

La gestion des ressources phylogénétiques est assurée au Bénin par plusieurs structures étatiques ou non (surtout les ONGs, associations), les institutions de recherche et les paysans.

#### **Séminaires et rencontres de concertation**

Le Bénin a pris part aux diverses rencontres internationales et régionales relatives aux questions des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Il a activement participé aux différentes phases des discussions et négociations portant sur certaines préoccupations des pays en développement, qui ont abouti à l'élaboration et à l'adoption du présent Traité. Le Traité ainsi adopté est en parfaite harmonie avec la Convention sur la Diversité Biologique.

#### **Prospection et collection de germoplasme**

Plus de 12 000 accessions de près de 24 espèces ont été collectées au Bénin. Les travaux de prospection et de collecte des espèces végétales ont commencé depuis plusieurs années (1978) et se poursuivent actuellement. Les premiers travaux de prospection et de collecte ont été organisés par les Unités de Recherche et de Production de la Direction de la Recherche Agronomique (DRA) avec la collaboration des instituts internationaux spécialisés (IITA, IRAT, ORSTOM, IBPGR). Les échantillons collectés sont conservés entièrement par les instituts internationaux (IITA, ORSTOM, ICRISAT, CRI, etc.). Très récemment les activités de prospection et de collecte ont porté sur le fonio, l'igname et le bananier, le vouandzou et le souchet (*Kerstingella geocarpa*); La plus récente est la collecte du fonio avec ses formes sauvage apparentées dans le Nord Bénin assortie d'une documentation des connaissances endogènes.

Il faut noter que plus de 12 000 accessions de près de 24 espèces ont été collectées et moins de 5% documentées.

Notons également que ces activités, non seulement n'ont pas couvert tout le pays, mais aussi n'ont pas pris en compte certaines espèces notamment, les légumineuses à graines (arachide, niébé, pois d'angole, etc.), la pomme de terre et surtout les plantes potagères, etc. Beaucoup de matériels de ces collections ont disparu faute de moyens adéquats de conservation.

#### **Caractérisation et évaluation des ressources phylogénétiques**

Des travaux de caractérisation et d'évaluation ont été réalisés essentiellement sur les plantes alimentaires. L'étude des caractéristiques morphologiques a été réalisée pour certaines spéculations telles que le maïs, le sorgho, le riz, et le mil. Il faut préciser que beaucoup d'efforts ont été déployés pour la caractérisation de l'igname et du manioc. La première espèce a connu toutes les formes de caractérisation les plus avancées tant enzymatique, chromosomique que moléculaire. La deuxième espèce a été caractérisée sur les plans morphologique enzymatique.

Les accessions de la récente collecte de fonio ont fait l'objet d'une caractérisation agromorphologique et cytologique avec l'appui de Bioversity, tandis que des essais de caractérisation enzymatique et moléculaire sont en cours. Pour d'autres (egusi, bananes et plantins), la caractérisation a timidement commencé.

Par contre, pour les essences forestières, fourragères, fruitières, médicinales, stimulantes, la caractérisation et l'évaluation restent à entreprendre.

#### **Conservation des ressources phylogénétiques**

##### *Conservation in situ*

Les formes les plus rencontrées sont celles qui se font au niveau des domaines protégés: les parcs nationaux, les aires protégées, les forêts classées, les forêts sacrées, les forêts fétiches, les zones cynégétiques et les réserves botaniques. Une autre forme de cette conservation est celle effectuée au niveau des fermes, des champs, par les paysans pour des cultures comme le manioc et l'igname conservés dans le sol. Les jardins de case constituent aussi des approches complémentaires de conservation *in situ* où diverses ressources alimentaires et médicinales sont cultivées en vue d'assurer la sécurité alimentaire ou générer des revenus pour la communauté.

Tableau 1: Matériels génétiques de certaines espèces végétales collectées

Cultures	Nombre d'accessions**	Forme de conservation	Structures chargées de la conservation
Maïs	259	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Riz	300	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Sorgho	136	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Mil	17	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Fonio*	72	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Niébé	300	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Soja	16	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Pois d'angole	-	-	-
Vouandzou*	26	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Arachide	95	Chambre froide	CRA-SB Niaouli
Igname*	342	Collection vivante	CRA-N Ina
Manioc	358	Collection vivante	CRA-SB Niaouli
Palmier à huile	155	Congélateur	Centre de Pobè
Cocotier	2312	Congélateur	Centre de Sèmè- Kpodji
Café	28	Collection vivante	CRA-SB Niaouli
Cacao	66	Collection vivante	CRA-SB Niaouli
Coton*	145	Collection vivante	Centre de Parakou
Bananier*	53	Collection vivante	CRA-SB Niaouli
Tomate*	29	Collection vivante	PCM
Piment*	7	Collection vivante	PCM
Gombo*	6	Collection vivante	PCM
Oignon*	5	Collection vivante	PCM
Amarante*	3	Collection vivante	PCM
Oseille de Guinée* (bissap)	2	Collection vivante	PCM
Egousi*	150	Chambre froide	Chambre froide

\*\* Beaucoup d'accessions ont disparu; \* Nouvelles collections

CRA- SB: Centre de Recherche Agricole Sud Bénin; PCM: Programme Cultures Maraichères; CRA-N: Centre de Recherche Agricole Nord

Source: CRA-SB, Bioversity



Figure 1: Mode de conservation de fonio à Boko (Nord Bénin)

Tableau 2: Point des travaux de caractérisation, d'évaluation et de documentation

Cultures	Caractérisation	Evaluation	Documentation
Maïs	Mo—	+	+
Riz	Mo	+	+
Fonio	Mo, Cy, Ez	-	+
Egusi	Mo		+
Igname	Mo, MI, Ez	+	+
Manioc	Mo, Ez	+	+
Niébé	Mo	+	+
Vouandzou	Mo	+	+
Coton	Mo	+	+
Palmier à huile	Mo	+	+
Cocotier	Mo	+	+
Bananier	Mo	+	+
Patate douce	Mo	+	+

+: tentative d'évaluation et de documentation

-: quelque peu négligé ou au début

Mo: morphologie MI: moléculaire Ez: enzymatique

### Conservation ex situ

Elle vient compléter à la conservation *in situ*.

Les principales structures impliquées sont les centres nationaux de recherche et de formation. Deux centres régionaux de recherche (Niaouli et Ina) disposent de chambres froides de 30 m<sup>3</sup> destinées aux programmes de sélection, à la collection active et aux semences de pré-base. Deux autres stations au Sud (Sèmè-Kpodji et Pobè) s'intéressent aux accessions de palmier à huile et de cocotier conservées sous forme de grains de pollen eu égard à leur mandat. L'Université d'Abomey Calavi dispose d'un laboratoire équipé (Laboratoire de Génétique) dans lequel est réalisée la conservation *in vitro*.

La domestication de certaines cultures notamment l'igname est réalisée avec les paysans dans la zone septentrionale du pays.

Des guérisseurs tradithérapeutes, des vendeurs de plantes ornementales et médicinales, des collectionneurs, des associations oeuvrant dans le domaine de la conservation de la biodiversité possèdent à titre personnel, des collections importantes d'espèces végétales entretenues sur de petites superficies. Ces espèces sont pour la plupart très utiles, mais l'aire de répartition se rétrécit de plus en plus.



Figure 2: Collection nationale de manioc



Figure 3: Chambre froide du CRA-SB, Niaouli



### Documentation des ressources phytogénétiques

La documentation des ressources phytogénétiques demeure un élément assez important, car son absence porte une entorse à leur gestion. Elle est intimement liée aux activités précitées et joue un grand rôle dans le partage de l'information.

Cette documentation existe au Bénin au niveau sectoriel sans mesure de centralisation. Elle mérite une amélioration pour la rendre efficace à travers la formation du personnel qui s'en occupe et l'utilisation des logiciels appropriés. Moins de 5 % des accessions collectées sont documentées.



Photo 4: Conservation de la collection nationale de bananier au CRA-SB Niaouli



Photo 5: Conservation de la collection nationale des clones de café au CRA-SB Niaouli

### Causes de la perte de la diversité phytogénétiques

L'état de perte de la diversité phytogénétiques provient de plusieurs sources dont la première reste l'homme qui détruit leur habitat à la faveur des activités incontrôlées et consommatrices de l'espace comme l'agriculture, l'élevage, l'exploitation forestière anarchique. Ainsi, les souches sauvages des plantes disparaissent au fur et à mesure que le développement détruit leur habitat.

Au Bénin, aucun inventaire n'est réalisé pour mesurer le taux de perte des ressources phytogénétiques enregistré. L'inexistence de système de gestion adéquate et de documentation appropriée ont conduit à la perte de plusieurs introductions et accessions collectées. Il faut éviter à tout prix cette érosion génétique qui risque d'engendrer d'énormes problèmes sociaux aux générations présentes et futures.

### Les acteurs de la gestion des ressources phytogénétiques

Au Bénin une panoplie d'acteurs interviennent dans la gestion des ressources phytogénétiques. Ils peuvent se subdiviser en deux groupes: il s'agit des acteurs des structures étatiques et ceux des structures non étatiques (ONG, association de développement, communautés villageoise).

Les premiers s'occupent des activités de recherche (régénération du matériel, caractérisation, évaluation, etc.), de prospection, de conservation avec ou sans les agriculteurs. Les derniers luttent pour la sauvegarde des ressources naturelles. Ils sont traditionnellement organisés pour la gestion des ressources biologiques de leur terroir. Ils attachent à ces ressources beaucoup de rites et d'interdits qui concourent à la sauvegarde de leur environnement: cas des forêts sacrées dans les milieux Nagot (forêts du culte "Oro"), forêts fétiches dans les milieux Fon, Bariba, Yom, etc.

### Politique nationale et programmes

Dans le cadre du développement de stratégie de conservation appropriée pour une utilisation durable des ressources phytogénétiques, des dispositions institutionnelles et réglementaires sont prises.

Au nombre des textes législatifs et réglementaires, il faut citer:

- la loi n° 87-014 du 21 septembre 1987 portant réglementation de la protection de la nature et de l'exercice de la chasse en République Populaire du Bénin;
- la loi n° 93-009 du 02 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin;
- la loi n° 98-030 du 12 février 1999 portant loi cadre sur l'environnement en République du Bénin;
- la loi n° 87-014 du 21 septembre 1987 portant réglementation de la vaine capture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance;
- le décret n° 82-835 portant interdiction des feux de brousses et incendies de plantation;
- le décret n° 83-205 du 31 mars 1983 portant adhésion de la République Populaire du Bénin à la Convention de Washington sur le commerce internationale des espèces sauvages de flore et de faune menacées d'extinction;
- le décret n° 094-64 du 21 mars 1994 portant classement du Parc National de la Pendjari en Réserve de la Biosphère;
- le décret n° 95-47 du 20 février 1995 portant création, attributions et fonctionnement de l'Agence Béninoise pour l'Environnement;
- le Décret n°2002-099 du 04 mars 2002, portant création, composition, attributions, fonctionnement du Comité National des Ressources Phytogénétiques.

Le Comité National des Ressources Phytogénétique a pour mission, entre autres, de définir une politique et un programme national visant à préserver et à garantir l'utilisation durable des ressources phytogénétiques. Il est composé des structures impliquées dans les questions de ressources phytogénétiques et comprend cinq (5) groupes de travail à savoir:

- le groupe de travail des plantes alimentaires et fruitières;
- le groupe de travail des plantes industrielles;
- le groupe de travail des essences forestières;
- le groupe de travail des plantes médicinales et stimulantes;
- le groupe de travail des plantes fourragères.

Le processus de mis en place de ce comité pour qu'il devienne effectivement fonctionnel est en cours.

### **Contraintes et problèmes**

Les contraintes et problèmes liés à la gestion des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture sont multiples et multiformes; ils sont notamment:

- l'érosion des ressources phytogénétiques;
- la faible connaissance du matériel existant;
- les difficultés de conservation et de stockage;
- le manque de législation appropriée;
- le faible capacité du Comité National des Ressources Phytogénétiques;
- le manque d'un système de documentation organisé et structuré.

### **Perspectives**

Les perspectives sont:

- l'élaboration d'une politique nationale en matière de gestion des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- la réhabilitation de la chambre froide du point focal des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- l'élaboration et mise en œuvre d'un programme national de gestion des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- le soutien matériel et financier du programme national des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- la formation des personnes impliquées dans la gestion des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;



- l'établissement d'un partenariat institutionnel entre le CNRPG et les autres institutions de recherche du domaine des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture;
- la mise en fonction de l'armoire frigorifique installée à Cana en vue de la conservation des souches pour une durée moyenne de 5 à 10 ans.

### **Conclusion**

La richesse du patrimoine béninois en matière des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture est sans doute incontestable. Mais force est de constater que ces ressources bénéficient peu d'attention au point où le perte s'agrandit sans cesse. Cette situation devrait faire prendre conscience à tous les niveaux afin que les textes régissant la gestion de la diversité biologique soient effectivement appliqués pour garantir les éléments de cette diversité aux générations présentes et futures. Il est également urgent que les autorités mettent à disposition de moyens nécessaires pour accompagner les actions décrétées pour la sauvegarde des ressources naturelles.

### **Références**

Adjanohoun E J, Adjakidjè V, Ahyi MRA, Aké Assi L, Akoegninou A, D'almeida J, Akpovo F, Bouke K, Chadare M, Cusset G, Dramane K, Eyme J, Gassita J-N, Gbaguidi N, Goudoté E, Guinko S, Hougnon P, Issa LO, Keita A, Kiniffo HV, Kone-bamba D, Musampa Nseyya A, Saadou M, Sogodandji Th, de Souza S, Tchabi A, Zinsou Dossa C, Zohoun Th. 1989. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Bénin. ACCT, 895 pp.

## National Plant Genetic Resources Programmes in West and Central Africa: Ghana case

S.O. Bennett-Lartey

CSIR Plant Genetic Resources Centre (PGRC), Bunso, Ghana

### Abstract

Ghana is situated along the Gulf of Guinea in West Africa between latitudes 4°44' and 11°11'N and longitudes 01° 12' and 03°11'W. Biodiversity management is the mandate of the Ministry of Environment and Science (MES) and is implemented through a National Biodiversity Committee by various ministries, local communities, non-governmental organizations (NGOs), community-based organizations (CBOs) and private sector institutions. The country has had a national plant genetic resources (PGR) programme since 1964. The institutions involved in the programme include: Crops Research Institute (CRI), Savannah Agricultural Research Institute (SARI), Forestry Research Institute of Ghana (FORIG), Cocoa Research Institute of Ghana (CRIG), Oil Palm Research Institute (OPRI) and the universities. PGR activities in the country are coordinated by the Plant Genetic Resources Centre (PGRC) that has a national mandate for PGR. There are facilities to sustain the PGR programme in the country. These include cold storage facilities for the conservation of orthodox seeds at -20°C (long term) and 5°C (short term and working collections). Field genebanks are also available for the conservation of tree crops, timber species, medicinal plants and vegetatively propagated crops. Plants are also conserved *in situ* in forest reserves, protected areas, home gardens and on-farm. Other activities carried out by the national programme are characterization, evaluation and utilization of the plant genetic resources for food and agriculture (PGRFA) to produce improved planting materials. Documentation occurs at various stages of the PGR work starting from germplasm collecting to conservation. Documentation is computerized. A Global Plan of Action (GPA) database of key stakeholders, their projects, publications and cultivars released have been compiled and these will eventually be captured on the website. Though Ghana has signed several international legislations on PGR, it does not, as yet, have in place national policies and legislation.

### Background information on Ghana

Ghana is situated in the centre of the countries along the Gulf of Guinea in West Africa. The country has an area of 238,530 square kilometres and lies between latitudes 4°44' and 11°11'N and longitudes 01°12' and 03°11'W. Administratively, Ghana is divided into ten regions. The population of Ghana is about 18 million (2000) with a growth rate average of 3.3% per annum.

There are six main agro-ecological zones defined on the basis of climate, reflected by the natural vegetation and influenced by the soils. These are rain forests, deciduous forests, transitional zone, coastal savannah, Guinea savannah and Sudan savannah zones.

### Biodiversity management

#### Biodiversity management at national level

Ghana signed and ratified the Convention on Biological Diversity (CBD) since 1992. Ghana is, therefore, under obligation to develop a national strategy for the sustainable use of the country's biological resources. The Ministry of Environment and Science has the mandate for biodiversity management. The ministry has drawn up a National Biodiversity Strategy for Ghana. The funding of the implementation of the strategy is through the National Biodiversity Committee. Implementing agencies include organizations under the various ministries, local communities, NGOs, CBOs and private sector institutions.

### ***Plant genetic resources management***

Ghana has a national PGR programme. The main institution with the mandate of coordination of conservation activities of PGR is the Plant Genetic Resources Centre, Bunso (PGRC) that was established in 1964 as a division of the Crops Research Institute of the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). It developed over the years until it attained a semi-autonomous status of a centre in 1994.

There are several major stakeholders in the management of Ghana's PGR. In November 2002 PGR stakeholders met to draw up a five-year strategic plan to guide PGR activities in the country. The strategic plan will guide the operations of the PGR community from 2004 to 2008. The PGRC was identified to play a pivotal role in coordinating PGR activities nationally to ensure that acceptable standards are maintained by all institutions engaged in PGR activities.

The following institutions were identified as major PGR stakeholders within and outside the CSIR with whom the PGRC has very good working relationships:

#### **Savannah Agricultural Research Institute (SARI), Nyankpala**

SARI is mandated to carry out agricultural research on food and fibre crops farmed in northern Ghana to improve agricultural productivity and promote security in the area. The institute has a high-quality cold room (70 cubic metres) and a seed processing facility. There is a seed laboratory that needs to be properly equipped. SARI maintains a working collection of cowpea, soyabean, groundnut, pigeon pea and Bambara groundnut. It also keeps field gene banks of yams, cassava, Frafra potato and cotton. Most of these collections include landraces and exotic materials.

#### **Forestry Research Institute of Ghana (FORIG) Kumasi**

The mandate of the institute is to conduct research in forest management, utilization and development to enhance sustainable use of forest resources. The institute maintains several arboreta of mainly exotic species across the country. The most outstanding arboretum maintained by FORIG is located in Bobiri.

The Bobiri forest and butterfly sanctuary are located in Kubease in the Ashanti regions. It is a protected area of 54.5 sq km of semi-deciduous tropical rain forest with many local forestry species and over 500 spp. of butterflies. It has recently been designated as an ecotourism site. This forest reserve is used as natural laboratory for forestry research. FORIG also has a seed storage facility for conserving forest seed germplasm and a tissue culture facility to carry out rapid multiplication.

#### **Crops Research Institute (CRI), Kumasi**

The institute conducts research on all crops except cocoa, coffee, cola, shea-nut, oil palm and coconut. The thrust of research is aimed at developing improved varieties and production practices to enhance agricultural productivity. There are over 80 scientists working in the institute. CRI, PGRC and other institutions have collected several germplasm accessions including maize, cassava, yams, cocoyam, sweet potato, garden eggs, okra, pepper, tomato, citrus, mango, cashew and plantain or banana. Most of these germplasm have been characterized. The institute has a modestly equipped tissue culture laboratory for maintaining germplasm and for multiplying disease-tested germplasm. The institute also has cold storage facilities at 5°C used to maintain mainly breeder seeds.

#### **Oil Palm Research Institute (OPRI), Kusi-Kade**

The institute has the mandate to conduct research aimed at providing scientific and technology support and good planting materials for the oil palm and coconut industries and also to give advice on improved production practices. Recently, seeds of local oil palm germplasm were collected around the country and are under field conservation. The institute maintains a group of elite oil palm trees as germplasm for improvement since early 1962. Pollen is also introduced from Malaysia and Cote d'Ivoire for research work. Local and introduced coconut germplasm

have been used in improvement programmes, especially against the deadly Cape St. Paul Wilt disease.

#### **University of Ghana, Agricultural Research Station (ARS), Okumaning-Kade**

The station has teaching and research facilities for the Faculty of Agriculture. It maintains the germplasm of plantation crops, such as citrus, mango, cola, rubber, avocado and oil palm. Germplasm of food crops like plantain, cassava and cocoyam is also maintained. There is a citrus museum of 50 accessions.

#### **University of Ghana, Botany Department, Legon**

The Botany Department has a botanic garden for educational, aesthetic, recreational and religious purposes. The department also has tissue culture facilities for the conservation and rapid multiplication of yam, cocoyam, plantain or banana and pineapple germplasm. The herbarium of Ghana is located in this department. It contains a lot of preserved plant parts useful for identification.

#### **Biotechnology and Nuclear Agriculture Research (BNARI), Kwabenya**

BNARI is an institute under the Ghana Atomic Energy Commission. It conducts research in the application of nuclear technology and biotechnology to enhance agricultural production. It has a tissue culture laboratory for micro propagation and conservation of yams, cassava, plantain or banana and pineapple.

#### **Animal Research Institute (ARI), Accra**

ARI undertakes research aimed at providing solutions to problems relevant to the livestock industry in Ghana. The institute maintains museums of local and introduced pasture legume and grass germplasm at Pokuase and Nyankpala. Examples of such plants include legumes like pigeon pea, *Leucaena glauca*, *Stylosanthes* spp. and grasses like *Brachiaria* spp., *Panicum* spp. and *Pennisetum* spp.

#### **Cocoa Research Institute of Ghana (CRIG), New Tafo**

CRIG conducts research aimed at improving the productivity of its mandate crops including cocoa, coffee, cola, shea nut, and cashew. The institute has a field genebank of the various crops at New Tafo, Bole and elsewhere. Research is on-going on regeneration of cocoa shoot tips *in vitro* and also storing cocoa seeds under high osmotic potential using PEC "6000".

#### **Ghana Department of Wildlife**

The department has an estate of eighteen terrestrial sites and five coastal wetlands (RAMSAR) as protected areas for the conservation of Ghana's biological resources. The terrestrial sites include seven national parks, six resource reserves, one strict nature reserve and four wildlife sanctuaries. The main objectives for managing these protected areas include: preserving representative viable samples of biological and physical diversity and ensuring that wild genetic materials are conserved.

#### **Centre for Scientific Research into Plant Medicine (CSRPM)**

CSRPM at Mampong-Akwapim maintains arboreta at Mampong, Mamfe and Ayikuma to obtain plant parts for medicine. The centre also has a herbarium of medicinal plants for identification.

#### **Other stakeholders**

Other stakeholders including the University of Cape Coast, University of Development Studies (Nyankpala), Kwame Nkrumah University of Science and Technology, University of Winneba, Department of Parks and Gardens and NGOs have field genebanks and seed genebanks where various germplasm are conserved.

### **Strategic plan**

A national PGR strategic plan was drawn up for the management of Ghana's PGR for 2004 - 2008. The objectives of the PGR strategic plan were conservation, use, documentation and awareness creation; coordination, networking and capacity building; and policy and legislation.

The Strategic Plan envisages that CSIR will coordinate all PGR activities in the country through PGRC. There will be a national committee on PGR with a secretariat at the CSIR head office. Membership of this committee will be from government institutions, NGOs, private sector, traditional authority, district assemblies and farmer associations.

Roles were identified for various areas of PGR activities:

- Awareness creation – PGRC
- Conservation and use – PGRC
- Capacity building – CSIR
- Policy and legislation – Science and Technology Policy Research Institute (STEPRI)
- Documentation and Information – PGRC and Institute for Scientific and Technology Information (INSTI)
- Coordination, advocacy and networking – CSIR

### **Legal status of PGR activities**

There are no legislations and policies backing PGR activities in Ghana. There is the need, therefore, to initiate policies and legislation on PGR.

### **Ghana's past and present involvement in regional and international fora of agro-biodiversity management**

Ghana has been involved in several regional and international activities in agro-biodiversity management. In the second half of the 1980s Ghana was actively involved in the Commonwealth Science Council Programme of Biological Diversity and Genetic Resources. The country participated in two conferences organized by the Commonwealth Science Council in 1986 and 1992.

Ghana participated in fora that culminated in the Leipzig Conference in June 1996. First, the country prepared a country report, which was one of the reports that were discussed at the sub-regional meeting for Western and Central Africa in Dakar in November 1995. This was a preparatory meeting for the 4th International Technical Conference on Plant Genetic Resources in Leipzig in June 1996.

Ghana also played active roles in fora and processes that culminated in the formation of the Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) in Cotonou, Benin in February 1998. Ghana was elected Vice-chairman of the network. Subsequently, the country has been represented at the steering committee meetings of the network.

The country participated in the global study of contribution of home gardens to *in situ* conservation project from 1998 to 2001. Ghana was the only African country that participated in this project. This project revealed that the home garden system was an important means of promoting *in situ* conservation of PGR.

Following the 1996 Leipzig Conference, a Global Plan of Action (GPA) monitoring and information sharing mechanism was set up. The pilot study of this mechanism was carried out in six countries with two in Africa: Ghana and Kenya. In this project key stakeholders in PGR, various projects, contact persons, publications and cultivars released or bred by scientists were documented electronically into a GPA database. The objectives of this project include expanding the knowledge base of the conservation and utilization of PGRFA and building stronger partnerships among stakeholders in PGRFA management in the country.

### **PGR activities and major achievements**

#### **Bio-prospecting and collecting activities**

Ghana has carried out several bio-prospecting and collecting activities. The PGRC in collaboration with several institutions including universities and research institutes have



collected germplasm of major and minor plants in the past. These include food crops, medicinal plants, wild species, timber and industrial species. The total number of accessions under conservation is 8026.

### ***In situ* conservation (natural ecosystem)**

*In situ* conservation is defined as the conservation of ecosystems and natural habitats and the maintenance and recovery of viable populations of species in their natural surroundings and in the case of domesticated or cultivated plants species, in the surroundings where they have developed their distinctive properties.

What constitute *in situ* conservation in the country are the forest reserves and protected areas. Ghana has 280 forest reserves and 15 protected areas. These reserves and protected areas contain wild species, medicinal plants and wild relatives of cultivated crops that need to be protected. These species living under *in situ* conditions go through their natural evolutionary processes to generate new variation in the gene pool and to cope with the rapidly changing environmental conditions.

*In situ* (agro-ecosystem) conservation on farm is a relatively new approach to PGR conservation. It involves the management of diversity in agro-ecosystems and focuses on processes that create and maintain such ecosystems.

### ***Ex situ* conservation**

*Ex situ* conservation is the conservation of PGR for food and agriculture outside their natural habitat. In Ghana *ex situ* conservation has been achieved by the conservation of seeds of orthodox species in cold storage as at PGRC genebank at Bunso, the conservation of plant materials *in vitro* as at the Botany Department of the University of Ghana or as living plants in the field as at PGRC, Bunso, Agricultural Research Station (ARS) at Kade and Cocoa Research Institute at New Tafo.

### **Characterization and evaluation**

Most of the germplasm under conservation at the PGRC has been characterized and evaluated. Various institutions that work on crop germplasm either characterize or evaluate the crops they work on.

### **Documentation and information sharing**

Documentation is a very important aspect of the functions of PGRC because information on all aspects of the functions at the centre has to be recorded and stored. Passport data are collected during germplasm collecting expeditions. These data include the names of the collectors, scientific and vernacular names of the species collected, location of the collection (coordinates), collection number, region of collection, date of collection, name of donor and other important data.

Data collected during characterization are also documented. Documentation of data at the PGRC is computerized and comprises the following:

- Germplasm collecting
- Characterization, multiplication and regeneration and evaluation
- Seed testing
  - Viability
  - Seed health status
- Conservation records
- Germplasm distribution.

Currently data on various stakeholders working on PGR and their projects have been compiled in a database to facilitate information sharing among all stakeholders. This information, when completed, will be put on the website for easy accessibility by all stakeholders. There are currently problems with the collection of information from all stakeholders but the process has started and it is hoped it will continue.

## **Capacity building**

### *Infrastructure and equipment*

Several types of infrastructure exist in Ghana to make the national PGR programme efficient. The programme has facilities for conserving orthodox seeds *ex situ*. The PGRC also has deep freezers maintained at -20°C for long term conservation of orthodox seeds. CRI and SARI have cold storage facilities at +5°C for short term maintenance of germplasm and also breeders' seeds. Moreover, the PGRC has seed testing and drying facilities for monitoring seed health and viability in storage.

There are field genebank facilities for the conservation of living plants in the field. The PGRC at Bunso has a museum for local and exotic tree crop plants and vegetatively propagated crops. These include fruit trees, such as orange, mango, avocado pear; spices like nutmeg, cinnamon, black pepper; and root and tuber crops like yams, cassava, cocoyam and sweet potato. The ARS also has several plantation crops in a field genebank at Kade. Arboreta exist at PGRC at Bunso, FORIG in Kumasi and CSRPM at Mampong-Akwapim. These arboreta contain timber species, medicinal plants and non-timber forest species. Various public and private universities of Ghana are maintaining field genebanks of various tree and crop species for academic work and the public. These universities include the University of Ghana (UG), the Kumasi National University for Science and Technology (KNUST), University of Winneba at Mampong-Ashanti, University of Cape Coast (UCC), University of Development Studies (UDS), Tamale and the Valley View University (VUU).

Tissue culture facilities are used for conservation, rapid multiplication and production of germplasm materials. These facilities are required to augment field conservation of vegetatively propagated materials, such as root and tuber crops since a lot of losses occur in these crops conserved in the field. Currently tissue culture facilities exist at the Botany Department of UG, BNARI, CRI and CRIG, FORIG and KNUST for research and conservation of germplasm.

### *Training*

The national PGR programme has a team of well trained staff comprising scientific and technical staff. The minimum qualification of the scientific staff at PGRC is a master's degree whilst that for most of the technical staff is the higher national diploma (HND). In addition to the formal qualifications of the staff, they are given on-the-job training through short courses in-country and overseas. In the past, courses have been organized on general PGR, germplasm collecting, characterization and documentation. The latest training exercise for stakeholders and collaborators is on GPA monitoring and information sharing sponsored by the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) and coordinated by FAO and Bioversity International <sup>22</sup>.

### *Collaboration, partnership and networking*

The PGRC is mandated to coordinate PGR activities in Ghana and this role is recognized by most of PGRC's stakeholders. A lot of collaboration exists between PGRC and the agricultural related institutions like CRI, SARI, BNARI, OPRI, CRIG, FORIG, universities and some NGOs. The PGRC has played a leading role in the collection and conservation of PGR in the country. Germplasm conserved by PGRC has also been utilized by most of these stakeholders for their research work.

PGR features strongly in most crop networks in the country. During the era of the National Agricultural Research Project (NARP), there was a PGR component in each of the crop networks. This involved the collection and conservation of the various crops. These networks included tropical fruits, root and tubers, vegetables, legumes and cereals. On the international scene Ghana is a steering committee member of GRENEWECA, a network for WCA in PGR.

### **Policies on PGR**

Ghana has signed several international policies on PGR in the past. These include the International Undertaking on PGR, CBD, the International Treaty on Plant Genetic Resources

and Biodiversity (IT) and the African Model Law. The country, however, has no policies on PGR but processes are in place to have national legislation on PGR.

### ***Major constraints to developing the national PGR programme***

Inadequate funding is the major constraint to developing a strong national PGR programme. Financial resources are required to organize stakeholders' meetings and to monitor PGR activities in stakeholder institutions.

Another major constraint is the lack of an effective communication system. Communication infrastructure at the PGRC is poor and it does not facilitate the coordinating role of the centre on PGR but there are efforts to improve the situation. Currently a local area network (LAN) is being put in place to link scientists at the centre. When this is completed, a wide area network will also be put in place to link scientists in various institutions. Efforts will also be made to establish Internet connectivity at the centre to facilitate ease of communication within and outside the country. Finally, it is envisaged that the country will have a website on the GPA information sharing mechanism with its own web address and links to other relevant national web-based information resources, and a data retrieval interface.

### ***Conclusions***

Activities related to biodiversity management are coordinated by the Ministry of Environment and Science (MES). Several governmental, NGOs and the private sector are involved in the implementation of biodiversity activities. International and regional legislation and laws on biodiversity and PGR have been signed but some are yet to be formulated and passed on to the national level. It is hoped that national legislation on PGR will be in place soon.

Several institutions within Ghana play vital roles in the conservation of PGR with PGRC playing a coordinating role. The PGRC needs assistance to improve its communication system so that it can be efficient through support from FAO and Bioversity.

## National Centre for Genetic Resources and Biotechnology, Ibadan, Nigeria

*M.B. Sarumi*

*National Centre for Genetic Resources and Biotechnology, Ibadan, Nigeria*

### **Abstract**

Nigeria occupies a unique geographic position in sub-Saharan Africa, and the variability in climate and geographic features endow it with one of the richest biodiversity in the continent.

Nigeria, with a population of about 120 million people, constitutes nearly a quarter of the total population of sub-Saharan Africa. A population growth rate of more than 3% and increasing poverty (especially in rural areas) have put several demands on the country's natural resources, the institutional structures and the resources available to manage them.

Nigeria is a signatory to several treaties and international conventions for the use of natural resources and biodiversity. This demonstrates its commitment to the conservation of natural resources. Consequently, Nigeria took active part in all the negotiation processes leading to the Convention on Biological Diversity. Nigeria was one of the signatories to the Convention of the 153 United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), commonly known as the Earth Summit (Rio – January 1992). Nigeria signed the Biodiversity Convention, which was subsequently ratified in 1994.

Thereafter, Nigeria started the process of preparing its own Biodiversity Strategy and Action Plan.

### **Background**

Nigeria occupies a unique geographic position in sub-Saharan Africa (SSA) and the variability in climate and geographic features endows the country with one of the richest biodiversity in the continent. Nigeria, with a population of about 120 million people, constitutes nearly a quarter of the total population of SSA. A population growth rate of more than 3% and increasing poverty (especially in rural areas) have put several demands on the country's natural resources, institutional structures and resources available to manage them. Nigeria is a signatory to several treaties and international conventions for the use of natural resources and biodiversity. This demonstrates its commitment to the conservation of natural resources. Consequently, Nigeria took active part in all negotiations leading to the Convention on Biological Diversity (CBD). Nigeria was one of the 153 signatories to the Convention of the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), commonly known as the Earth Summit (Rio- January, 1992). The country signed the Biodiversity Convention that was subsequently ratified in 1994. Thereafter, it started to prepare its own Biodiversity Strategy and Action Plan.

### **Introduction**

Biological Diversity or biodiversity refers to the variability among living organisms from all sources including terrestrial, marine and other aquatic ecosystems, and the ecological complexes of which they are part. It encompasses the variety of all forms of life on earth that provides the building blocks for our existence and ability to adapt to environmental changes in the future.

However, despite the importance of biodiversity to the survival of present and future generations of Nigerians, the country is experiencing a high rate of biodiversity loss. Among the issues that pose a collective threat to biodiversity protection in Nigeria are:

- Exponential increase in population accompanied by intensifying industrial activities for economic development;
- Dependency of the rural population (which accounts for 70% of the total population) on biodiversity resources;
- Lack of clear consistent national policy;

- Poor coordination among relevant institutions;
- Failure to establish a mechanism for sustainable funding;
- Lack of government commitment of funding of institutions, programmes and activities that conserve biodiversity.

Nigeria occupies a unique geographic position in Africa. It has a variable climate and is endowed with diverse geographic features and one of the richest biodiversity in the continent. Its diversity of natural ecosystems ranges from semi-arid savanna to mountain forests, rich seasonal floodplain environments, vast freshwater swamp forests and diverse coastal vegetation. Nigeria, in the Niger Delta region, contains the largest remaining tract of mangroves in Africa—the third largest in the world.

The IUCN Red List of Threatened Species (i.e. of globally threatened species) includes 148 animals and 146 plants that are found in Nigeria. Of these, 26 animals and 18 plants are classified as endangered and another three animals and 15 plants are critically endangered worldwide.

Natural and man-made threats, socio-cultural problems and direct and indirect consequences of socio-economic development have contributed to the erosion of biodiversity at all levels. Within the last 25 years, it is believed that about 43% of the forest ecosystem has been lost through human activities. Nigeria, with a population of about 110 million people constitutes nearly a quarter of the total population of SSA. A population growth rate of more than 3% and increasing poverty (especially in rural areas) have put severe demands on the country's natural resources, the institutional structures and the resources to manage them. There has been a general institutional weakness and lack of technical capacity to tackle the nation's environmental issues, including threat to biological diversity. To guarantee the conservation of Nigeria's biological diversity, and in line with the recommendations of the Convention on Biological Diversity, the Federal Ministry of Environment initiated the Strategy and Action Plan process.

### ***Establishment of the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology Ex situ collections***

Although a large number of institutions in Nigeria maintain some forms of plant germplasm, the operational system has had series of inadequacies, including the following:

- Only a few research institutes had definite projects concerned specifically with the collection and maintenance of germplasm;
- The research institutes and few university-based collectors tend to collect and maintain only those crop plants in which they had research interest; the genetic coverage was, therefore, usually narrow;
- Exploration for collection was conducted in isolation by the various interest groups without coordination giving rise to wasteful duplication;
- The originators of the genetic resource materials were invariably plant breeders working in problem-solving result-oriented research establishments and who, therefore, had the tendency to regard germplasm as mere tools and not as resources to be salvaged from extinction. There was therefore, the practice to select the "useful", materials and neglect the 'useless' ones thus exposing the latter to the danger of genetic erosion.

It was with these inadequacies in the background, coupled with the need to provide centralized facilities for long term storage of germplasm that the Nigerian Federal Government in mid-1988 set up the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB).

The Centre is expected, among other things, to:

- Collect, characterize, evaluate and maintain plant germplasm and foster its utilization;
- Organize and coordinate local germplasm explorations;
- Coordinate the maintenance and utilization of the existing plant germplasm in research institutes;
- Coordinate and facilitate the exchange of plant genetic resources (PGR) materials;
- Serve as the national authority for the validation, registration and release of new crop varieties and maintain a national register of all crop varieties in the country;



- Promote training opportunities to personnel connected with germplasm collection, maintenance and multiplication and others in the area of vegetation conservation.

The centre operates as the central organ of the country for liaison with international organizations, such as Bioversity International<sup>23</sup>, Food and Agricultural Organisation of the United Nations (FAO), United Nations Development Programme (UNDP), World Agroforestry Centre (ICRAF), and the International Institute for Tropical Agriculture (IITA) on PGR. The centre also advises the government on matters concerning plant resources and conservation of vegetation.

NACGRAB, since its inception, has a collection of approximately 15 000 accessions consisting of indigenous and exotic germplasm, mainly of food crops, vegetables, tuber, fodder, industrial, medicinal and forest plants.

### **Storage facilities and equipment**

Equipment that has been received from UNDP/FAO/Bioversity include a prefabricated long term storage room maintained at  $-20^{\circ}$  C and relative humidity of 15%. There is a modified room for short term storage that is maintained at  $15^{\circ}$  C and 30% RH. The two storage facilities have in-built dehumidifiers.

The long term storage room has the country's base collections whilst the short term storage room contains active collections. All seeds are stored in hermetically sealed cans and air tight containers, at the appropriate moisture content level. Functional laboratories at the centre include germplasm extraction room, threshing room, and viability or germination room. Processing equipment include seed dusters, ovens, incubators, seed separators and balances. Nigeria being a member of the Economic Commission of West and Central African States (ECOWAS) would readily accommodate germplasm from the sub-region for safe-keeping on terms agreeable to the parties.

### **Biotechnology**

There is a functional tissue culture laboratory for mass and rapid propagation and conservation of economic crops and endangered plant species. Cryopreservation activities for storage at extremely low temperature of plant materials and animals semen are envisaged.

A National Biotechnology Development Agency was established (NABDA) recently for the purpose of effective coordination of biotechnology activities nationally.

### **Fallout of the 1995 National Plant Genetic Resources Stakeholders' Workshop**

#### **Key recommendations**

The activities of the National Focal Point for Plant Genetic Resources Conservation were recognized as a strategically important entity that requires full government support.

An integrated approach to conservation of PGR should make use of the following conservation methodologies: (i) *Ex situ* conservation including field genebanks, seed genebanks, in-vitro genebanks, botanical gardens and arboreta. (ii) *In situ* genebanks, including forest reserves, fetish groves, nature reserves, on-farm conservation and home gardens.

An action plan for integrated conservation of germplasm should be developed and should include *in situ*, *ex situ* and on farm conservation methodologies. The use of biotechnology applications, such as in-vitro conservation should be an integral part of the conservation strategy.

Collection and documentation of indigenous knowledge should be considered as important components of conservation. Information on plant uses, distribution, threat status, and phenology including taxonomy should be considered for documentation. Relevant NGOs, such as NEST, the Centre for Environment, Renewable Natural Resources Management, Research and Development (CENRAD) and Nigeria Conservation Foundation should be involved in this activity that should be integrated into the national conservation strategy.

The participation of women in the conservation of PGR should be encouraged and supported at the community level. The involvement of women groups should also be encouraged.

### **Establishment of National Committee on PGR Management**

At the National Stakeholders Workshop on PGR Management and Policy Initiatives held in Abuja, 2004, the PGR management committee was officially inaugurated.

### **Latest thrust**

#### **Development of the National Biodiversity Strategy Action Plan**

Nigeria is a signatory to several treaties and international conventions for the use of natural resources and biodiversity. This demonstrates its commitment to the conservation of natural resources. Consequently, Nigeria took an active part in all the negotiations leading to the CBD. Nigeria was one of the 153 signatories to the UNCED, commonly known as the Earth Summit (Rio de Janeiro, 1992). Nigeria signed the Biodiversity Convention (CBD) that was subsequently ratified in 1994. Thereafter, Nigeria started preparing its own Biodiversity Strategy and Action Plan. In 1993 "A Country Study Report" was prepared by the then Federal Environmental Protection Agency (FEPA). That document presented the diversity of Nigeria's biological resources and their current status, policies, laws, and conservation programmes. The current Biodiversity Strategy and Action Plan is a result of series of expert team consultations with biodiversity stakeholders at four eco-regional workshops and a national workshop. It addresses the articles and the spirit of the Convention and encompasses the country's vision of sustainable development in the new millennium.

The goal of the Strategy and Action Plan is to develop appropriate framework and programme instruments for the conservation of Nigeria's biological diversity and enhance its sustainable use by integrating biodiversity considerations into national planning, policy and decision-making.

The country has since the preparation of the first draft of the NBSAP undertaken surveys and inventories of its biodiversity which form the bases for setting the National Strategy for Conservation and Sustainable Use of Biodiversity. This strategy would be part of the country's national commitments under the Convention and a testimony to responsibilities to future generations. The Federal Government of Nigeria has mobilized the scientific community in government departments and in non-governmental institutions to contribute to the background studies and the preparation of a draft document that was re-submitted to public debate for revision and approval. The operational approach in the development of this NBSAP is the establishment of an adaptive process that institutes national goals, sets priorities, and provides frameworks for addressing the following:

- Biodiversity conservation
- Sustainable use of biological resources
- Equitable sharing of benefits
- Conservation of agro-biodiversity
- Biosafety.

#### **Biodiversity-industry interface**

**Biodiversity Conservation:** The Nigerian government recognizes the need to conserve its diverse biological resources and has made a commitment to conserve 25% of its total land area. Emphasis will be placed on *in situ* conservation of biodiversity within protected areas, such as forest reserves, game reserves, national parks and wildlife sanctuaries.

#### ***In situ* conservation outside protected areas, to secure Nigeria's biodiversity for future generations**

**Conservation of agro-biodiversity:** Because of the diversity of habitats in Nigeria and the tropical climate, there is a great diversity of plant species in Nigeria, including several domesticated for food production. Nigeria's plants include many species with traditional value as food, medicine and various domestic uses. Several of them have been catalogued in various specific areas of the country. Nigeria is also an epicentre for diversity of wild varieties of important crop plants, including cowpeas (*Vigna unguiculata*), West African rice (*Oryza*

*sativa*), yams (*Dioscorea* spp.), Bambara groundnuts (*Vigna subterranea*, Kersting's groundnut (*Macrotyloma geocarpum*), African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*), and winged bean (*Psophocarpus tetragonobus*). Several of these wild crop relatives are endangered or threatened. Most of the country's food crops are threatened with extinction and the land races that are more adapted to the environment and climate are being replaced with new varieties or cultivars. Improved cultivars constitute a principal cause of genetic erosion. Most land races are now considered extinct, making the lines prone to genetic drift and genetic loss within collections and also leading to isolation from on-going evolutionary processes. Some of the crops that are becoming extinct include the native yam, beans, white melon, *Chrysophyllum albidum*, *Irovingia gradifolia*, *Balanites* spp., shea tree, sada, Atili, Born-ex millet, among others.

The NBSAP has outlined a programme of work to encourage both the *ex situ* and on farm conservation of the country's agricultural biodiversity. Seed banks and germplasm collections will be maintained at various sites in the country.

### **Other policy considerations**

These include:

- (a) Development of baseline information on indigenous food trees, crops, and microbes that will be published and disseminated to all stakeholder.
- (b) Development of zoological or botanical gardens in the various eco-geographic regions to capture the nation's agro-biodiversity.
- (c) Composition of a committee to lead the efforts, through participatory approaches, to revive the weak local organizations that facilitate conservation.
- (d) Strengthening agricultural and forest research institutes to conserve whatever species is under their mandates.
- (e) Initiation of a programme of biopesticides production from botanicals.
- (f) Realignment of crop science research to focus on indigenous food crops and plants. Relevant research institutions would be adequately equipped to conduct research in such plant species.

**Sustainable Utilization of Biological Resources:** An integrated and coordinated plan for biological resources utilization is envisaged in the NBSAP. The government has established a national programme for sustainable utilization of biological resources at the Ministry of Science and Technology (NACGRAB), the Forestry Research Institute of Nigeria, and the Raw Materials Research Development Agency to optimize the contribution of these resources in the national economy. It is envisaged that if possible a full-fledged biodiversity institute will be established to coordinate and harmonize the activities of various agencies of the government, bio-industries and the civil society in sustainable use of biological resources. The planning processing for this NBSAP initiated the formation of a private sector-driven Bioresources Industry Organization of Nigeria to engage the private sector and civil society in monitoring the use of biodiversity for the production of consumer goods.

**Access and Benefit Sharing:** Article 10 of the United Nation's CBD requires signatories to the convention to develop equitable sharing of benefits from the commercialization of biological resources. Until now local communities have derived minimal benefits from the commercial exploitation of the country's natural resources. The new plan hopes to address this problem by recognizing local communities as the custodians of most of the nation's biodiversity. A national policy on intellectual property rights and traditional knowledge will be developed to formulate a sui generis system that will reward indigenous knowledge. Access to national forest reserves is regulated through the National Parks Decree of 1999 that gives the Conservator General authority to grant access to the national forests.

**Biosafety:** Developments in genetic engineering technology have led to the introduction of genetically modified organisms (GMOs) and their derived products in crops, foods and consumer goods. This evolution from purely research and development endeavours to

consumable products has generated debate on the benefits and risks associated with altering the genetic materials of living organisms. Although genetic modifications of plants and animals through domestication and controlled breeding has gone on with little debate for several thousand years, it was only in 1973 that scientists began to transfer isolated genes into DNA of another organism. The use of this technology has become more widespread and sophisticated causing increased public concern over the safety of genetically modified plants especially in their use for human consumption. For the purpose of the BSAP, the immediate concern was on the safety and regulation of trans-boundary movement of living modified organisms and protocols for processing and safety assessment of such organisms in Nigeria.

The expert consultation on this issue concluded that this was a policy area where the grafting of foreign solutions based on experiences from outside our region may prove to be catastrophic. The NBSAP provides for multi-sectoral approach in establishing guidelines for the control and monitoring of GMOs. Counter-balancing this need for caution is the equally important national development objective of participating and harvesting the fruits of this technology that has been widely recognized as capable of changing the entire agro-pharmaceutical industry. The national strategy advocates increased activities in the non-transgenic biotechnology processes, use of naturally occurring micro-organisms for industrial processes and improvement of agricultural productivity and the intensification of traditional plant breeding technologies, while developing adequate guidelines and protocols for field testing and subsequent release of GMOs. For a biodiversity-rich country like Nigeria, unregulated importation and use of living GMOs may be catastrophic to the environment and sustainable development of the country.

**Financial Mechanism:** Although the commercial value of biological diversity in Nigeria exceeds the cost of conservation measures by more than \$3 billion at 1993 values (\$3.75 billion versus \$0.37), biodiversity conservation has not been recognized as a feasible investment in Nigeria's economic development and consequently natural resources valuation has not been fully incorporated into the national economic planning. It has been estimated that the ratio of conservation costs to Nigeria was about 3.8% of GDP while the aggregate contribution of biodiversity to the GDP was about 46% in 2001. In 1990, it was estimated that the monetized value of other benefits realized from conservation was over \$6 billion. With the increase in bioprospecting and biodiversity activities in Nigeria, the growth in biotechnology-related industries of biodiversity to Nigeria is over \$8 billion per annum. The strategic plan, therefore, provides for a significant increase in the national expenditure on biodiversity conservation so as to ensure the continuous availability of these resources.

Finally, the Action Plan makes concrete provisions for a programme of research, extension and education that will enhance sustainable development of Nigeria's biodiversity, using a combination of policy reforms, new legal instruments, institutional collaboration and a responsive financial mechanism targeted at areas of greatest need. It has also established a framework for continuous assessment and monitoring of biodiversity and a system of measurement of the stated targets.

### ***Conservation infrastructure and protected-area system***

#### **National parks**

These are ecologically and culturally important areas where human habitation is largely prohibited and tourism is encouraged. There are eight national parks in different biogeographic zones of the country, including two game reserves that were upgraded by an Act in 1999. Hunting and other consumptive uses of resources are completely forbidden in four of the parks while limited, largely subsistence and non-commercial uses by the local people may be allowed in selected areas of the others. Poachers often flout park regulations. Jointly the national parks cover about 22 592 km<sup>2</sup>, about 2.5% of the country. National parks are assets of the Federal Government and the agency responsible for biodiversity conservation in them is the National Parks Service, an agency of the Federal Ministry of Environment.



**Game reserves**

These are areas set aside by state governments for the protection of wildlife. They include wildlife parks, bird sanctuaries and strict nature reserves. Hunting is usually prohibited, but is sometimes allowed under permit. Poaching is often widespread despite state edicts prohibiting illegal off-takes from the reserves. Game reserves are often poorly managed because of inadequate staffing, poor funding, lack of equipment and poor remuneration of staff. Many states in the south, where human population densities are high, do not manage game; state ministries of agriculture and natural resources often manage game reserves. Well-managed game reserves may be considered for upgrading to national park status. There are about 14 game reserves in the country.

**Forest reserves**

These are areas set aside by state governments for the protection of timber, fuelwood and other forest resources in their domains. Some forest reserves in the northern parts of the country double as livestock grazing areas. Natural vegetation has been replaced in some reserves with monocultures of exotic tree species. Harvesting of resources is usually allowed under permit or as special concessions to local people. Poor management often results, however, in a lack of control of resource use and conflicts among resource users. Only a few forest reserves, located in remote, difficult to access or sparsely populated areas, are still in a good undisturbed condition. Each of the 36 states has at least one forest reserve, managed by state Ministry of Agriculture and Natural Resources.

**Special ecosystems and habitats**

These include sacred groves, streams and lakes or other sites that are revered by local communities for their spiritual, recreational and other socio-economic values. The commonest of these unique sites are sacred groves, small forest blocks, usually no more than a few hectares, set aside by some rural communities.

***Major institutions involved in biodiversity conservation***

Following the Koko Toxic Waste Scandal in August 1987, the Federal Government of Nigeria established the Federal Environment Protection Agency (FEPA) in 1988. The government also established the Natural Resources Conservation Council that was responsible for the conservation of nature and natural resources. In 1992, the body was merged with FEPA and in 1999, the Federal Ministry of Environment was created to absorb FEPA and some departments and units including the National Parks Services from sister ministries. The Ministry was established to provide overall policy guidelines for environmental management across the country at all levels of government. The ministry was expected to play a catalytic role in: (a) defining the broad policy framework; (b) providing selected services functions, such as environmental data management, EIA, environmental education and awareness to other sectors; (c) assisting in the development and improvement of environmental legal and regulatory framework; (d) managing ecosystems and promoting sustainable use of natural resources; and (e) enforcing environmental quality norms and rules.

The Ministry is structured into the following departments: (i) Planning Research and Statistics; (ii) Pollution Control and Environmental Assessment; (iii) Drought and Desertification; (iv) Erosion, Flood and Coastal Zone Management; and (v) Forestry to include conservation that was a separate department when the ministry was inaugurated. Many stakeholders in the country consider the present status of conservation as a division of the Forestry Department retrogressive and unacceptable.

Other relevant federal ministries and agencies include the following:

- The Ecological Fund that was established as a financial mechanism to support a wide range of initiatives that promote improved environmental management including conservation. This fund is now being reformed to ensure its conformity to the new Federal Constitution.



- National Parks Service;
- Forestry Research Institute of Nigeria;
- National Centre for Genetic Resources and Biotechnology;
- 15 other agricultural-based research institutes;
- Ministries responsible for water resources, health, agriculture, transport, education, works and housing, solid minerals, power and steel, culture and tourism, science and technology and related parastatals;
- Fifty two government and private universities and 12 colleges of agriculture, fisheries or forestry.

### **Establishment of legislative framework**

The relevant constitutional provisions and laws are reviewed below.

### **Status of environmental laws**

The constitution of the Federal Republic of Nigeria provides some policy statements concerning the environment under chapter 2 that deals with fundamental objectives and directive principle of state policy. The most relevant section includes the following:

- It is hereby declared that security and welfare of the people shall be the primary purpose of government;
- The state shall, within the context of the ideals and objectives for which provisions are made in this constitution, harness the resources of the nation and promote national prosperity and an efficient, dynamic and self reliant economy;
- In furtherance of the social order, exploitation of human or natural resources in any form whatsoever, for reasons other than the good of the community, shall be prevented;
- The state shall protect and improve the environment and safeguard the water, air and land, forest and wildlife.

The National Policy on the Environment, 1999 and relevant environmental laws enacted prior to or after the policy to give effect to the nation's environmental protection objectives and strategies appear to have a support base in the above-stated fundamental principle expressed in the 1999 Constitution.

### **Policy framework for meeting the overall challenge of Nigerian biodiversity**

To meet the overall goal of Biodiversity Protection in Nigeria and in consonance with Articles 1,3,5,6,18,20 and 21 of the Convention, the following specific goals: conservation, sustainable use and access, and benefit sharing and some cross sectoral issues are to be pursued.

### **Goal: conservation**

*Aim:* To conserve biodiversity for the present and future generations.

Strategic directions:

- Promoting and enhancing measure for both *in situ* and *ex situ* conservation;
- Identifying, evaluating, monitoring, researching on conservation of PGR and creating awareness among the public on the same;
- Increasing understanding of the status, genetic diversity and ecological relationship of species and populations;
- Expanding and strengthening the network of protected areas to include all the major ecosystems: Savanna, high forests, wetlands, mangrove and mountain;
- Identifying genetic resources at the species level based on their present or potential socio-economic value and their conservation status;
- Assessing the conservation status of target species and their population;
- Identifying specific conservation requirements or priorities at the population level for single species and at the ecosystem level for groups of species;
- Encouraging the development of *ex situ* facilities including rescue and breeding centres to protect the threatened species;

- Developing and implementing restoration or rehabilitation plans in degraded ecosystems;
- Conserving biological resources that are essential to agriculture, industry, domesticated animals, plants and microbes and their wild relatives;
- Developing and promoting programmes that encourage beneficial co-existence of biodiversity in agricultural farms;
- Establishing and maintaining forest seed and cloned gene banks to conserve the genetic diversity of tree species;
- Monitoring the effects of climate change on ecosystems, species and genetic diversity.

**Goal: sustainable use, access and benefit sharing**

*Aim:* To promote sustainable use of biological resources and ensure fair and equitable sharing of benefits for poverty reduction.

Strategic Directions:

- Promoting farming systems that are compatible to biodiversity conservation;
- Integrating community management of biodiversity as a means of poverty reduction and within the context of national planning;
- Protecting and promoting policy guidance for bioprospecting and indigenous knowledge (intellectual property right);
- Establishing norms for the use of biodiversity for eco-tourism;
- Improving methods and technologies that support the sustainable use of biological resources, and eliminate or minimize adverse impacts on biodiversity resulting from resources use;
- Taking all necessary steps to prevent the introduction of harmful alien and living modified organisms, and eliminate or reduce their adverse effects to acceptable levels;
- Identifying methods of using traditional knowledge innovations and practices, and encouraging equitable sharing of benefits arising from the initialization of such knowledge, innovation and practices.

**Goal: cross sectoral issues**

*Aim:* To enhance biodiversity management capability through education and awareness, appropriate formulation of policy and legislation, research and international cooperation.

Strategic Directions:

- Reviewing with the objective of eliminating government policies and programmes that create unintentional adverse impacts on biodiversity;
- Strengthening measures to reduce and eliminate the release of substances that are harmful to ecosystems, species and genetic resources;
- Developing indicators to monitor trends and support the management of wild populations, species, habitats and ecosystems;
- Increasing the nation's biodiversity management capability (human, infrastructural, institutional and technological) and strengthening national centres for the exchange of data and information relevant to the conservation of biodiversity;
- Preparing and implementing legislations and policies, inventories, plans, guidelines, and monitoring programme and other measures to support the establishment and management of protected area.

**Securing the future Plan of Action for Nigerian biodiversity**

**Overall objective of Nigeria's biodiversity plan**

The overall objective of biodiversity conservation in Nigeria, therefore, is to set in place, as soon as possible, measures that would conserve the dwindling resources and avoid further damage, and over a long term, taking necessary steps to reverse the trend of the damage done. It is expedient to integrate biodiversity conservation into the nation's economic and social development by:

- Protecting rare and endangered species and ecosystems facing extinction;

- Encouraging rational and sustainable use of biodiversity resources that abound in reasonable quantities;
- Restocking biodiversity resources where they have either been lost or have become scarce;
- Restoring, maintaining and enhancing the ecosystems and ecological processes essential for the functioning of the Nigerian biosphere, to preserve biological diversity and the principle of optimum sustainable yield in the use of living natural resources and ecosystems;
- Raising public awareness and promoting understanding of essential linkages between biodiversity, environmental stability and development, and encouraging individual and community participation in biodiversity development and improvement efforts;
- Co-operating with other countries, international organizations and agencies to achieve optimal use of biodiversity resources and effective prevention or abatement of trans-boundary biodiversity degradation.

### ***Recommendations: Fallout of the Final Review of the National Biodiversity Strategy and Action Plan, April 2004***

The participants recommended that the document as amended during the workshop is approved as a fitting national framework for implementing Nigeria's contribution to the CBD.

It further recommended that on the basis of the principle of the NBSAP, the Federal Ministry of Environment should (a) meet the milestone set for national implementation of the CBD; (b) work out an R&D agenda for contributing to the targets set for the poverty reduction, income generation, employment, enhancement and environmental sustainability in the 'Needs' and 'Seeds' programmes of the nation.

Since Nigeria is characterized by several ecological zones that do not correspond to political boundaries, the NBSAP must give attention to the diverse ecological peculiarities of the nations. Accordingly, it recommended that in implementing the NBSAP, special attention must be paid to the major environmental problems, such as drought and desertification in the northern parts of the country, erosion and flooding in the south-east and coastal zone management in the south-south ecological zone.

It further recommended that the Federal Government should develop and support programmes that:

- Increase the capacity to conduct scientific research in key disciplines including taxonomy; systematics, ecosystem and landscape ecology;
- Build capacity resources science and management nationally;
- Increase effort for interdisciplinary synthesis of knowledge;
- Increase understanding of linkages between biodiversity, ecosystem productivity and sustainable natural resources management;
- Support the promotion of herbaria and natural history museums nationwide including data gathering and information sharing for sustainable bio-resources management.

Since all the programmes include meaningful and sustained mechanism to incorporate perspectives of drivers, particularly stakeholders outside the Federal Government, it is further recommended that the current administrative structure within the Federal Ministry of Environment dealing with biodiversity should be re-organized to ensure greater efficiency and effectiveness. The Federal Government should develop and sustain a Federal Forestry Commission as an agency programme with the goal of providing more application and translation of science into management while a biodiversity department should be created within the ministry to increase the interface between policy making and practitioners, and to ensure scientific inputs at all stages of policy making processes.

**Conclusion**

The need to address the issues related to conservation and sustainable use of genetic resources for the betterment of lives, forestry reduction and job creation on the sub-region is siwe-quation, within the framework of building international agreements.

For Nigeria, the National Biodiversity Strategy and Action Plan (NBSAP) process presents an unusual opportunity for planned economic development based on the framework of the Earth Charter and Agenda 21. It presents a solid framework for utilizing our natural resources as a tool and the foundation for sustainable development based on social equity. It also affords the opportunity for Nigeria to join the rest of the world in pursuing the United Nations Millennium Development Goals on Biodiversity.

It is anticipated that various relevant international organizations will continue to assists in human and infrastructural development in pursuits of set out objective or goals in the conservation, management and sustainable use of genetic resources for overall socio-economic development and national growth.

## Le programme national de conservation et gestion des ressources phytogénétiques au Sénégal

C. Alassane Fall

*Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Dakar, Sénégal*

### Resumé

Le programme national de gestion des ressources phytogénétiques est placé sous l'autorité du Directeur Général de l'ISRA avec une coordination restreinte composée de l'ISRA, de la Direction de l'Agriculture, de la SAED et de l'Université de Dakar. Son financement est assuré par le Fonds National de la Recherche du Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique sur des crédits de la Banque Mondiale pour une période de trois ans. Les objectifs majeurs poursuivis portent sur les domaines prioritaires tels que la conservation et l'exploitation des ressources phytogénétiques des espèces locales cultivées, le renforcement des capacités scientifiques et techniques, la sensibilisation du public. Depuis sa création, le programme a réalisé des avancées significatives. L'inventaire historique des collections a été initié et a permis de regrouper les collections, de faire le point sur les accessions et de prioriser les actions à mettre en place au sein de la banque de gènes. Une prospection et une collecte de semences ont été effectuées pour les fonios cultivés et d'autres collectes sont envisagées sur d'autres espèces négligées. Plusieurs variétés d'espèces vivrières et fourragères sont conservées *ex situ* en chambre froide à l'exception des espèces à reproduction végétative (manioc, patate douce et pomme de terre) qui sont conservées sous forme de vitro-plants. La caractérisation agro-morphologique (pour l'arachide) et moléculaire (pour le niébé) a été effectuée. Concernant la documentation, les informations accompagnant les accessions sont encore très fragmentaires. Concernant le renforcement des capacités, un progrès significatif a été fait par l'ISRA qui a doté le programme d'un laboratoire performant, moderne, spacieux et fonctionnel. Par ailleurs un stage de renforcement des compétences a été organisé pour le gestionnaire de la banque de gènes et des stages de formation sont envisagés pour ses collaborateurs suivant les disponibilités financières. La principale contrainte du programme est le manque d'autonomie pour les missions de suivi de la conservation *in situ*, d'enquêtes auprès de communautés autochtones sur des questions clés relatives au Traité International et à la gestion des ressources génétiques. L'insuffisance des moyens financiers entrave fortement la pérennisation des résultats acquis.

### Informations générales

Le programme national de conservation et gestion des ressources phytogénétiques est une contribution à la mise en œuvre au Sénégal du Plan d'Action Mondial pour la conservation et l'utilisation des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture – le PAM de la Convention sur la Diversité Biologique – la CBD et du Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture – le Traité.

Depuis l'an 2000, il a connu un développement important suite à l'attribution de ressources financières et à sa prise en compte au niveau décisionnel. Le programme vise à améliorer la conservation, l'échange et l'utilisation des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au profit du développement agricole durable et de la sécurité alimentaire dans le contexte social, économique, institutionnel et culturel du Sénégal (cf. CBD, art.6 & art.9), tenant compte de l'interdépendance des pays pour les ressources génétiques.

Menu d'un mandat de l'Etat, pour une meilleure prise en charge de questions relatives à la diversité biologique agricole, nous avons organisé sur le territoire national un grand nombre de rencontres visant à mettre en œuvre les différentes activités prioritaires issues du Plan d'Action dont l'élaboration de documents de stratégies nationales relatives aux ressources génétiques et aux savoirs traditionnels mais également des activités liées aux questions semencières. Nous participons au processus d'élaboration de la stratégie nationale de développement durable avec la Commission Nationale pour le Développement Durable du



Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. De la même manière la participation du programme est sollicitée pour la mise en application de l'Accord sur les ADPIC auprès du Ministère du Commerce et de celui de l'Industrie et de l'Artisanat en préparation des travaux à l'OMC pour la reprise des négociations. Toujours pour un meilleur développement des ressources génétiques, nous avons pris part à de nombreuses sessions intergouvernementales à la FAO, à la Commission des Ressources Génétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture (CRGAA) et à ses organes subsidiaires, à l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI), à l'Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle, à la Commission Economique pour l'Afrique, à l'Union Economique et Monétaire de l'Ouest Africain, à la Commission des pays Afrique Caraïbe et Pacifique/Union Européenne et au Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) pour l'harmonisation, l'évaluation du PAM, l'élaboration de stratégies et plans d'action au titre du continent africain ou de la sous-région Ouest et Centre africaine (AOC).

Dans la même période, nous avons pris part aux rencontres institutionnelles de Bioversity à Leipzig (2000), à Cotonou (2003) et à celle de la GTZ (2003) sur la gestion de l'agrobiodiversité en relation avec la mise en œuvre de la CBD et du Protocole de Cartagena en AOC.

### **Gestion de la biodiversité au niveau national**

La diversité biologique et le développement durable sont pris en charge par le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Ainsi, les conventions y relatives telles la CBD et le Protocole de biosécurité sont sous leur responsabilité. Divers documents de stratégie ont été développés sur la question au travers de commissions nationales de pilotage telle la Commission du Développement Durable dont nous participons pleinement aux travaux et pour laquelle le fonctionnement fut assuré par un financement du PNUD. Celle chargée de la biosécurité est appuyée par un financement du Fonds pour l'Environnement Mondial et pour laquelle un plan stratégique n'a pas encore été réalisé.

Dans ce contexte, deux grands plans stratégiques ont été élaborés, par les milieux concernés, pour servir de guide lors de l'élaboration de politique sectorielle de développement. Il s'agit de la Conservation de la biodiversité agricole, forestière et halieutique et du Développement durable où nous nous sommes également inspirés des OMD. Dans ce dernier cas, des mécanismes de suivi sont en train d'être élaborés pour permettre à la Commission de passer en revue le plan d'orientation pour le développement économique et social du Sénégal (PODES) avant son adoption et durant sa mise en œuvre par les départements ministériels concernés. Diverses activités de sauvegarde et d'utilisation durable de la biodiversité ont été entreprises, dans ce cas se sont les ressources génétiques forestières qui sont prises en compte sur ces lignes de crédits.

### **Gestion des ressources phylogénétiques**

Placé sous l'autorité du Directeur Général de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), une coordination restreinte composée de l'ISRA, détentrice de la banque nationale de gènes, de la Direction de l'Agriculture, de la Structure de Développement du Nord (SAED) et de l'Université de Dakar assure la mise en œuvre du programme.

Son financement est assuré par le Fonds National de la Recherche du Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique sur des crédits de la Banque Mondiale pour une période de trois ans.

Le plan d'action fut élaboré de manière consensuelle sur la base du plan d'action mondiale pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phylogénétiques. Son but est d'apporter une contribution à la sécurité alimentaire en créant un environnement institutionnel, juridique et réglementaire favorable au renforcement des programmes semenciers et d'amélioration des plantes en vue d'une plus grande disponibilité, auprès des paysans et communautés rurales locales du Sénégal, de variétés, de semences et plants de bonne qualité agronomique et adaptés à leurs conditions d'exploitation agricole, tout en préservant *ex situ* comme *in situ* les variétés traditionnelles pour leur rusticité et leur valeur culturelle.

Ainsi, quatre objectifs spécifiques majeurs agrégeant des domaines d'activités prioritaires sont retenus:

- Assurer la conservation des ressources phylogénétiques des espèces locales cultivées;
- Améliorer l'exploitation de la diversité génétique des espèces locales cultivées;
- Renforcer les capacités scientifiques et techniques en gestion durable de la diversité génétique des plantes locales cultivées;
- Sensibiliser le public et fournir des conseils aux pouvoirs publics sur les enjeux des ressources phylogénétiques et la mise en œuvre, au niveau national, des traités internationaux connexes.

Pour les deux premières années de fonctionnement, la priorité fut mise dans la reconstitution des collections, la sauvegarde des espèces menacées: fonio, voandzou, taro, etc, la sensibilisation des décideurs sur les enjeux et du public en vue de la conservation et d'une plus grande utilisation des ressources génétiques, et sur la formation en gestion de banque de gènes.

Les structures partenaires impliquées dans la coordination ont été retenues en se basant sur leur pertinence pour l'atteinte des objectifs.

Dans le cas de l'université, le Sénégal dispose de deux herbiers actifs dans le domaine de la taxonomie et la systématique botanique:

- L'herbier de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN), créé en 1941, est constitué de plus de 100.000 échantillons d'espèces végétales bien identifiés, classés, entretenus et remis à jour si nécessaire. 200.000 duplicata sont conservés en vue d'un échange avec des conservatoires ou des institutions de recherche en botanique et biogéographie.
- L'herbier du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, créé en 1960, compte environ 10.343 échantillons d'espèces récoltés sur tout le territoire national dont 22,1% sont représentés dans la collection de l'IFAN.

Nouvellement dotés de moyens informatiques et de par la richesse de leurs collections mortes, les deux herbiers sont en phase de fixation des données (documentation) afin de leur permettre de jouer plus efficacement leur rôle de banques de données sur les connaissances de la flore. Ils sont constitués en réseau au sein du système universitaire des jardins botaniques. Ceci facilitera d'autant les inventaires sur la diversité biologique d'un territoire donné et les recherches taxonomiques sur une espèce sauvage apparentée aux espèces cultivées.

Cependant, tout en étant des structures dynamiques dans ces réseaux d'échange où la position de membre doit constituer un gage d'élément actif comme le veut la CBD, elles devront impérativement réformer leur système d'échange de matériel notamment lors des études de systématique ou de taxonomie en vertu des articles 15 (Accès) et 19 (Partage des avantages) de la CBD et de ceux relatifs au Traité. Leur gestion reste aujourd'hui encore basée sur le principe du « Bien commun de l'humanité » des ressources phylogénétiques, et ce malgré la ratification par le Sénégal de la CBD depuis 1994.

Dans le cas des structures de développement assurant l'encadrement et le conseil dans le domaine de la vulgarisation agricole, elles appuient le programme pour le suivi des petites exploitations familiales traditionnelles en charge de la conservation *in situ* et durant les activités de sensibilisation ou de collecte de matériel végétal pour la conservation *ex situ*. La Direction de l'Agriculture gère le Service officiel de contrôle des semences et applique la réglementation en la matière d'où son implication dans l'amélioration de la filière semencière et l'harmonisation des réglementations en collaboration avec l'Union Nationale Interprofessionnelle des Semences (UNIS).

À l'ISRA, détentrice des collections *ex situ* et *in situ*, les groupes de sélection par produit assurent la liaison permanente avec le programme pour une gestion rationnelle et efficace des ressources génétiques utilisables par leurs différents services.

## État d'avancement des activités du programme

### Inventaire et historique des collections

L'inventaire étant le préliminaire indispensable à la gestion rationnelle du Plan d'Action, nous avons initié le travail de terrain par cette activité.

Elle a permis de regrouper les collections, de faire le point sur les accessions et de prioriser les actions à mettre en place au sein de la banque de gènes. Les collections d'espèces détenues par l'ISRA ont été recensées et inventoriées. Pour les vivrières, 13 espèces sont décomptées, 25 pour les fourragères et 9 espèces pour les fruitières. Le nombre d'accessions est parfois très important, allant jusqu'à 3500 pour une espèce.

La seconde structure au Sénégal à détenir des collections de ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture est une entreprise privée française de semences et sélection des plantes maraîchères. Il n'y a pas eu d'inventaire lors de la visite.

L'association des médecins et phytothérapeutes traditionnels du Sénégal a aussi installé, un petit arboretum à inventorier et pour lequel de nouvelles activités identifiées avec eux seront réalisées dans le cadre de la conservation *in situ* si des crédits supplémentaires sont trouvés.

### Bioprospection et collecte

Une prospection et une collecte de semences se sont déroulées pour les fonios cultivés et un assortiment de 60 variétés traditionnelles a pu être collecté au Sénégal en plus des informations relatives aux connaissances et pratiques traditionnelles d'utilisation. La nouvelle collection est rajoutée aux espèces recensées et transférées dans la banque de gènes.

Dans le courant de 2004-2005, après une année de retard, des prospections et collectes de matériel génétique seront réalisées sur différentes espèces par les équipes de sélection en collaboration avec la coordination: mils tardifs, riz, voandzou et taro. Pour ces deux dernières, leur statut d'espèces orphelines et sous utilisées en fait une priorité pour la sauvegarde au vu de la forte régression des cultures.

### Conservation *in situ*

À l'arboretum maintenu on peut trouver: 63 cultivars appartenant à (9) espèces fruitières cultivées qui sont: *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Citrus grandis*, *Citrus paradisi*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus limon*, *Citrus volkameriana*, *Citrus aurantium*, *Mangifera indica*, *Musa cavendishii*, *Ananas comosus*, *Carica papaya*, *Malilcara achras*, *Cocos nucifera*, *Annona muricata*, *Passifloa edulis*, *P. flavicarpa*.

Pour les vivrières, l'activité On-farm telle que programmée a connu un très grand retard pour une question de mobilité puis de surcharge de travail du personnel suite à la mauvaise campagne agricole de l'année 2002 due aux effets de la sécheresse. Ce qui entraîna un déficit semencier à combler durant la contre saison. L'activité a repris en 2004.

### Conservation *ex situ*

Les différentes activités à savoir sauvegarde, reconstitution de collections, prospection, collectes ciblées et multiplication des ressources phylogénétiques, mises en œuvre dans le cadre du programme national en vue de lever les contraintes identifiées depuis plus d'une décennie en matière d'amélioration et de sélection des plantes au Sénégal, conduisent bien à la mise en place d'une 'banque nationale de gènes opérationnelle'.

Les résultats obtenus durant cette période visant à d'abord à rassembler les ressources génétiques disponibles permettent de citer:

- Espèces cultivées vivrières (15): *Oryza sp.*, *Zea mays*, *Pennisetum glaucum*, *Sorghum bicolor* spp., *Digitaria exilis*, *Arachis hypogaea*, *Hibiscus sabdariffa*, *Abelmoschus esculentus*, *Vigna unguiculata*, *Vigna subterranea*, *Cucumis melo*, *Cucurbita sp.*, *Manihot esculenta*, *Ipomoea batatas*, *Solanum tuberosum*.
- Espèces cultivées fourragères (15): (i) Graminées: *Andropogon gayanus*, *Bracharia decumbens*, *Bracharia mutica*, *Chloris gayana*, *Pennisetum purpureum*; (ii) Légumineuses: *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Clitoria ternatea*, *Lablab purpureus*, *Macroptilium*

*atropurpureum*, *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes hamata*, *Vigna unguiculata*.

Les espèces citées sont conservées sous forme de semences en chambre froide en attendant le stockage par congélation, exception faite des espèces à reproduction végétative (manioc, patate douce et pomme de terre) qui sont conservées sous forme de vitro-plants obtenus par culture *in vitro*. Les cultivars de pomme de terre seront à partir de 2004 conservés en chambre froide sous forme de microtubercules.

### **Caractérisation et évaluation**

La collection d'arachide constituée à partir de 1924 et composée des 550 cultivars restants a fait l'objet d'une caractérisation morpho-agronomique en 2003 en suivant la liste des descripteurs du genre *Arachis* L. de IBPGR/ICRISAT.

La collection de niébé a fait l'objet d'une caractérisation moléculaire aux USA et dans le même temps, le laboratoire de biologie moléculaire du Centre d'Etudes et Recherche pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse de l'ISRA (CERAAS) a entrepris un certain nombre de travaux dans le domaine de la génomique. Des cartes génétiques notamment sur le niébé sont quasiment réalisées. L'objectif de ces études est l'utilisation des QTL dans l'amélioration à la sécheresse du niébé. Cependant, ces résultats nous permettront, en fonction des moyens disponibles, d'avoir accès à un large éventail de techniques de marquage moléculaire adaptées nos différentes collections en vue de les caractériser moléculairement et de les classer suivant des indices de distance génétique utiles dans le cadre de l'élargissement de la base génétique d'un schéma de sélection.

La collection de fonio est inscrite pour une caractérisation agrobotanique en 2004 et les autres collections le seront en fonction des disponibilités des supports financiers que l'on pourrait avoir à l'avenir.

Cette activité permet une meilleure gestion des collections, la création des 'core collection', l'identification des doublons et l'exploitation future des accessions retenues qui est la finalité de la conservation.

### **Documentation et échange d'informations**

La fixation des informations et leur échange sont liés à la disponibilité de moyens informatiques adéquats. Ces informations accompagnant les accessions sont encore très fragmentaires car le programme relativement jeune, a mis l'accent sur l'acquisition des ressources génétiques pour ensuite procéder à leur documentation selon les normes pour en faciliter l'exploitation et les échanges attendus.

Pour l'heure, seule la collection des fonios dotée de données MCPD et à caractériser en juillet sera relativement complète. Elle est consultable actuellement sur MS Access. Ensuite suivront les autres collections étant entendu que certaines resteront incomplètes en données MCPD de standardisation du fait de leur ancienneté.

Une personne focale pour la documentation a été nommée pour une bonne prise en charge de ce volet à relier au renforcement de l'équipement informatique comme nous le verrons.

### **Renforcement des compétences**

#### *Infrastructures*

L'ISRA a doté le programme de conservation et gestion des ressources génétiques d'un laboratoire performant, moderne, spacieux et fonctionnelle occupant une surface au sol de 550 m<sup>2</sup>. Cette Unité de recherche est composé de laboratoires (3), chambres de culture (4 dont 2 rotatives), chambre froide (1), salle de congélation (1), salles de repiquage (2), salle des balances (1), salle de conférence (1), laverie, serre insect proof à brumisation automatique et de bureaux (5).



### **Équipement**

- De biotechnologies végétales: Ils comprennent 4 automates indépendants régulant les conditions climatiques permettant aux 4 chambres de culture de fonctionner pour une capacité totale de 70.000 vitro-plants, avec autoclaves automatiques, étuve, four, stéréomicroscope, réfrigérateurs, gamme de 4 balances analytiques et de précision, divers appareils de culture *in vitro* et d'électrophorèse;
- De conservation: Ils comprennent 3 congélateurs mobiles à tiroir, 1 déshumidificateur pour la chambre froide, 2 étuves illuminées de germination, 1 étuve Chopin, étuve de déshydratation, loupe éclairante, etc.
- De détection d'infection virale primaire: Ils comprennent équipement complet pour test immuno-enzymatique - ELISA disponible dans le laboratoire de contrôle de qualité des semences du partenaire de la Direction de l'Agriculture situé 3 Km de l'ISRA-URCI.

Le renforcement souhaité dans ce domaine en sus de l'effort fait par le Sénégal est (i) l'équipement informatique permettant de mettre en place un système d'information intégré au réseau informatique car l'unité est ciblée et reliée à un serveur; (ii) un véhicule 4x4 permettant les activités de sensibilisation pour une participation plus effective des communautés autochtones dans la gestion, les activités de collecte et le suivi de la conservation *in situ*.

### **Formation**

L'activité est initiée par un stage pratique du curateur en gestion de banque de gènes et des questions de propriété intellectuelle en Suisse pour deux mois en 2004. Elle se poursuivra pour les collaborateurs au sein de la banque de gènes et les partenaires du programme, dès que les crédits le permettront.

### **Collaborations**

Basé sur un noyau restreint, le programme fonctionne en formant de manière dynamique des équipes plus étoffées pour prendre en charge la tâche du moment, à mettre en œuvre.

Des collaborations externes sont également développées dans le domaine de la formation et d'échange d'expériences avec les pays et universités du Nord (France, Belgique, Suisse, etc.).

Il serait souhaitable, de développer et renforcer la collaboration sous-régionale entre proches voisins afin de partager des infrastructures et équipements avec des coûts réduits de déplacement, des stratégies communes ou complémentaires de gestion et un échange d'expériences renforcé.

### **Politique et stratégies**

La politique nationale que l'on souhaite mettre en œuvre est reflétée dans la position africaine défendue dans les différents fora auxquels le programme a pris part. On retrouve dans le premier paragraphe la stratégie régionale qui est privilégiée et la volonté de bien préparer les sessions au niveau international pour mieux répondre aux attentes et défendre les intérêts du pays et de la sous-région.

Suite à la ratification très prochaine du Traité International par notre pays, une politique d'harmonisation des législations et réglementations nationales à mettre en œuvre très prochainement doit être développée. Leur réalisation via des agences telle la Commission de l'UEMOA en facilitera d'autant leur mise en application.

### **Contraintes au développement du programme**

La principale contrainte du programme fut le manque d'autonomie pour les missions de suivi de la conservation *in situ*, d'enquêtes auprès de communautés autochtones sur des questions clés relatives au Traité International et à la gestion des ressources génétiques.

La recherche de moyens financiers pour pérenniser les résultats acquis entrave fortement le bon déroulement du processus pour cause de faible nombre des ressources humaines totalement impliquées.



### ***Conclusion et recommandations***

Le programme remercie les organisateurs de l'invitation et de la prise en charge permettant une participation effective aux échanges et à la définition d'une vision commune et d'un plan d'action sur les ressources phylogénétiques.

Il souhaite que les recommandations à l'issue des travaux permettent un développement harmonieux et durable des programmes nationaux dans l'intérêt des entités regroupées et de leurs Etats respectifs.

## Networking on forest genetic resources in sub-Saharan Africa with special attention to Bioversity-SAFORGEN Programme

*O. Eyog-Matig*

*Bioversity International*<sup>25</sup>, SAFORGEN Programme, Cotonou, Benin

### **Abstract**

Africa's forest cover totals about 520 million ha and constitutes 17% of the global forest cover. The continent has the world's second largest tropical rainforest. The region hosts more than 50,000 known plant species with an estimated 20 000 plant species for South Africa, more than 15 000 for Cameroon, 11 000 for the Democratic Republic of Congo (DRC), and at least 8000 plant species in Kenya. For many sub-Saharan African (SSA) populations, the continuing use of forest products contributes to food security and its essential elements of household income and human nutrition. Despite efforts by African countries to mitigate the negative impacts of overexploitation of forest resources, countries continue to lose the forest cover (-0.7% per year), species habitats and important forest species. Collaboration among countries through networks was the strategy adopted by SSA countries with the support of the international forestry community. Several forestry networks were established at national, sub-regional and regional levels. The most relevant regional ones presented in this paper are: the Forestry Research Network in Sub-Saharan Africa (FORNESSA), the African Forestry Research Network (AFORNET), the Global Information Service (GFIS) for Africa and the Sub-Saharan African Forest Genetic Resources Network (SAFORGEN). Regional forestry networks are affiliated and collaborating with country research system. Except for SAFORGEN and GFIS that are more focussed, other networks are handling most of the forestry disciplines, such as management, agroforestry, plantations, non-timber forest products, genetic resources and biodiversity. Despite the common concerns that would have lead staff, national institutions and regional networks to work in close collaboration, working together still needs to be strengthened at all levels.

### **Introduction**

Forests are among the most complex ecosystems in the world and the African continent has a large variety of plant ecosystems that encompass various savannahs and forest ecosystems. Forests provide a wide range of functions, benefits and products, such as timber, fuel wood, food, medicines, protection of environment, shelter, place for rituals and tourism. Forests host a great number of species that contain a substantial level of genetic variation. However, this diversity is under threat, due to unsustainable management practices, such as shifting cultivation, forest fires, loss or fragmentation of species habitats, and overexploitation of important forest plant species, among others. The need for forest resources to be managed sustainably becomes widely acknowledged.

Many countries in SSA are now aware of the urgency to conserve forest genetic resources within forests and have started implementing national programmes. They have defined their own priorities and allocated resources for implementing such programmes. Several sub-regional, regional and international initiatives were launched to support countries in their efforts in prioritising their needs and implementing selected activities. The following initiatives are recognized, among others in SSA:

(i) The capacity building programme initiated by SAREC and the African Academy of Sciences that led the launching of AFORNET with financial support from Sida (1998-2001); (ii) FORNESSA was established and inaugurated on 7 July 2000 at FAO Regional Office for Africa

in Accra, Ghana. It is a federation of three sub-regional forestry networks, including Association of Forestry Research in Eastern Africa (AFREA) (East Africa), CORAF-Forêt (West and Central Africa) and SADC-FARN (Southern Africa); (iii) The International Union of Forest Research Organisations (IUFRO) has established the Global Forest Information Service (GFIS), with an African component (GFIS-Africa Project) to enhance access to and provision of quality forest-related information, especially through electronic media.

During the regional meeting of national tree seed centres held in Dakar in April 1997, attended by representatives from 12 African countries, the participants agreed that national efforts in conserving and utilizing forest genetic resources (FGR) need to be supported and strengthened and harmonized regionally to avoid duplication. The participants further recommended the need to set up a mechanism to combine and share expertise, identify gaps in current forestry conservation and utilization programmes, and mobilize support for research, development and implementation of activities to safeguard FGR in Africa.

The workshop also recommended that Bioversity, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and other international and regional organisations support the mechanism. Following these recommendations, the modalities for setting up such a programme was discussed during the first training workshop on Conservation, Sustainable Management and Use of Forest Genetic Resources in sub-Saharan Africa, held in Ouagadougou, Burkina Faso, on 16-27 March 1998. Further, Bioversity in collaboration with FAO accepted to assist countries in implementing the SAFORGEN programme in response to requests by country representatives during the Ouagadougou FGR workshop and the training workshop organized in Nairobi in 1999 for English speaking countries in SSA. Assessing country FGR status was the first task that FAO in collaboration with the SAFORGEN Programme initiated.

## **Overview of the status of forest genetic resources in SSA**

### **Forest resources**

- *Forest cover*

Forest covers vary between regions and between countries in West and Central Africa (WCA). West Africa accounts for 83 369 000 ha of natural forest and 1 710 000 ha of forest plantations while the Central Africa sub-region for the same period (in 2000) had 227 377 000 ha of natural forest and 8 036 000 ha of forest plantation (FAO, 2001). The DRC alone had in 2000 more than half (135 110 000 ha) of the Central Africa natural forest cover.

The closed forest area (Table 1) was representing in 2000, 10.8 % of the land area in West Africa and 53.1 % in Central Africa sub-regions.

In East Africa the highest forest cover change within 1990-2000 affects Madagascar and Kenya. Madagascar is considered as hosting many endemic species in Africa.

- *Forest resources and tree diversity*

WCA forests are rich in resources. Forest wood volume in Central Africa is 29.131 million m<sup>3</sup>, representing 62.6% of Africa wood and the main timber commercial species include Cameroon Ayous (*Triplochiton scleroxylon*), Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), Frake (*Terminalia superba*) and Azobé (*Lophira olata*). In Equatorial Guinea and Gabon the most threatened species are Okoumé (*Aucoumea klaineana*) and Ozigo (*Dacryodes buettneri*).

In the Sahelian area, the flora is made up of about 1200 plant species, 40 of which are strictly endemic (Kigomo 1998). The Sahelian area is the privileged domain of *Acacia*. The main woody species found are: *Acacia nilotica*, *A. raddiana*, *A. senegal*, *A. seyal*, *A. tortilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Borassus aethiopum*, *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera*, *Combretum glutinosum*, *Commiphora africana*, *Dalbergia melanoxylon*, *Faidherbia albida*, *Hyphaene thebaica*, *Phoenix dactylifera*.

Introduced species include *Azadirachta indica* (neem tree), *Eucalyptus camaldulensis*, *Prosopis juliflora*, *P. chilensis* and *Senna siamea*.

In the Sudanian area there are about 2750 plant species, a third of which are endemic. The main woody species include: *Adansonia digitata*, *Acacia sieberana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Ceiba pentandra*, *Daniella oliveri*, *Ficus sycomorus*, *Isobertinia doka*, *Khaya senegalensis*, *Parkia biglobosa*,

Table 1: Land area, population and forest resources data for West and Central Africa countries

Country <sup>1</sup>	Land area <sup>1</sup> 1998	Popula- tion <sup>1</sup> 1999 (000)	Closed forest area <sup>2</sup> (000 ha)	Closed forest as % land	Forest area in protected area <sup>3</sup> (000 ha)	Forest available for wood supply <sup>3</sup> (000 ha)	Area available for wood supply as % land area
West Africa							
Benin	11063	5937	546	4.9	848	517	4.6
Cote d'Ivoire	31800	14526	3248	10.2	712	655	2.0
Ghana	22754	19678	1534	7.1	570	519	2.2
Guinea	24572	7360	1750	7.0	346	329	1.3
Liberia	11137	2430	4124	32.0	35	34	0.3
Nigeria	91077	108945	4456	4.8	946	889	0.9
Sierra Leone	7182	4717	725	10.1	53	52	0.7
Togo	5439	4512	272	5.0	71	61	1.1
Mean %				10.8			1.6
Central Africa							
Cameroon	46640	14693	19985	42.9	2624	2336	5.0
CAR	62297	3550	4826	7.7	3436	2749	4.4
Congo	34150	2864	22000	64.4	3088	2656	4.9
D.R. Congo	226205	50335	126236	55.6	12169	11195	6.1
Equatorial Guinea	2805	442	1774	63.2	193	172	11.6
Gabon	25767	1197	21800	84.6	3492	2993	7.7
Mean %				53.1			6.6

Source: FAO 2001a, Global Forest Resources Assessment. Main Report in Okali and Eyog-Matig, 2004

<sup>1</sup> Appendix 3: Table 1. Basic Country data

<sup>2</sup> Appendix 3: Table 5. Forest cover – latest national statistics

<sup>3</sup> Appendix 3: Table 15. Forest in protected areas / available for wood supply (areas given were derived by applying percentages in Table 15 to forest area also in the same table)

Table 2: Change in forest cover in East Africa from 1990 to 2000

Country/Area	Forest cover in 1990 (000 ha)	Forest cover in 2000 (000 ha)	Proportion of forests in 2000 (%)	Annual change (000 ha)	Area under national parks and game reserves in km <sup>2</sup> ( %)
Djibouti	6	6	0.3	n.s.	-
Eritrea	1,639	1,585	13.5	-5	-
Ethiopia	4,996	4,593	4.2	-40	-
Kenya	18,027	17,096	30.0	-93	44,917, (7.7%)
Somalia	8,284	7,515	12.0	-77	-
Tanzania	39,724	38,811	43.9	-91	41,719, (4.4%)
Uganda	5,103	4,190	21.0	-91	15,115, (6.4%)
Madagascar	12,901	11,727	20.2	-117	-
Mauritius	17	16	7.9	n.s.	-
Seychelles	30	30	66.7	n.s.	-
Comoros	12	8	4.3	n.s.	-
Total East Africa	90,739	85,577	20.8	-514	-

Source: FAO 2001b

*Piliostigma thonningii*, *Prosopis africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Sclerocarya birrea*, *Strichnos spinosa*, *Tamarindus indica*, *Vitellaria paradoxa*, *Ziziphus mauritiana*, *Ziziphus mucronata*.

The most widely used exotic species in reforestation programmes include *Anacardium occidentale*, *Azadirachta indica*, *Casuarina equisetifolia*, *Dalbergia sissoo*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Jatropha currcas*, *Senna siamea* and *Thevetia neriofoli*.

The ecological zones of East Africa are characterized (FOSA, East Africa 2002) by two of the world's top 25 "hotspots" for biodiversity conservation, found in East Africa. These two areas are Madagascar and the Eastern Arc forests in Tanzania. The following are the main ecological zones of Eastern Africa:

**Coastal Forest** – The coastal eco-region runs from the Juba River in Somalia through Kenya and Tanzania down to Mozambique and includes the offshore islands. The most important habitats within this zone are remnant patches of lowland forests, often on hills where rainfall is slightly higher.

**Moist Forest** – This zone is found around the shores of Lake Victoria, stretching into much of southern and central Uganda. The number of endemic species is not high, although species richness is high for all taxonomic groups. This area has a large number of species typical of the WCA forest zones that reach their easternmost limits here.

**Montane Forest** – This zone includes the following ecoregions: The *Eastern Arc Mountains* ecoregion runs in an arc from the Pare Mountain in northern Tanzania, through the East and West Usambaras, Uluguru, Ukaguru and down to the Udzungwa Mountains. The Arc covers 14 districts and many isolated forests. The biodiversity of the Eastern Arc is among the highest in the world.

The *Albertine Rift* ecoregion is found in the mountains that form the border between the DRC and Tanzania, Uganda, Burundi and Rwanda. The biodiversity importance of the Albertine Rift is high. Parts of these forests are protected by the Mhale Mountains National Park in Tanzania and various forest reserves.

The *Kenya-Tanzania Volcanic Mountains* ecoregion includes the highland areas of Ngorongoro, Mounts Meru and Kilimanjaro in Tanzania and many similar, but less famous, volcanic mountains in Kenya. Montane forests and grasslands are the most important habitats for the endemic species in this ecoregion.

**Acacia Savannah** – This ecoregion stretches from southern Kenya, through the Serengeti Plains, southward into central Tanzania. This habitat is characterized by short grasslands and Acacia trees with small rocky outcrops. There are few endemic species found in this ecoregion, although high endemism is found in the animals of the Serengeti National Park, especially among birds.

**Acacia-Commiphora Thorn Bush** – This ecoregion is found in Kenya and Tanzania where there are relatively few endemic vertebrates, but high endemism in plants and invertebrates. The main biological value of the area is for populations of large mammals.

**Brachystegia-Jubernadia Savanna Woodland** – This important ecoregion covers part of the vast Miombo woodlands of southern and eastern Tanzania that extends into Zambia, Mozambique and Zimbabwe. A few endemic species are confined to small portions of this vast area, but several hundred endemic species can be found throughout the Miombo woodlands.

In the Southern Africa (FOSA Southern Africa, 2002) the natural forest types are composed of the miombo forest forms, the most extensive vegetation type in the areas north of Limpopo River. Trees of *Brachystegia*, *Jubernadia* and *Isobertinia* species dominate this type.

The Zambesi teak forests are found in the western parts of Zimbabwe and Zambia and cover northern Botswana, northeastern Namibia and some parts of southeastern Angola. The major species is *Baikiae plyrijuga*. This forest type is called the Kalahari forest.

The Mopane woodlands are found in the drier lower areas and are associated with the sodic soils. The major species is *Coleospermum mopane*. Mopane woodland areas are often connected to other major vegetation types as the miombo forests above.

The Montane forests are found in pockets on high altitude/high rainfall areas in Malawi, Mozambique, Zambia and Zimbabwe.



The mangrove forests are found in Mozambique and Angola along the coastline. These forests, although covering a small area, are important as they protect coastlines of these countries. Their habitat function is important because of their high species diversity.

### Utilization of forest resources

#### *Example of the Sahelian and North Sudanian Africa*

Eleven utilization types of forest resources have been identified (Figure 1) in the Sudano-Sahelian zone. The most important utilization type of forest resources is represented by fuelwood and charcoal due to the high rate of population growth in Sahelian zone countries and the relatively low revenue.

Use types include fuelwood, charcoal, posts, poles, non-wood products (gums, resins, oils, tannins, medicines, dyes, etc.), food, timber, fodder, shade and shelter, agroforestry systems, soil and water conservation, amenity (aesthetic, ethical values), pulp and paper.

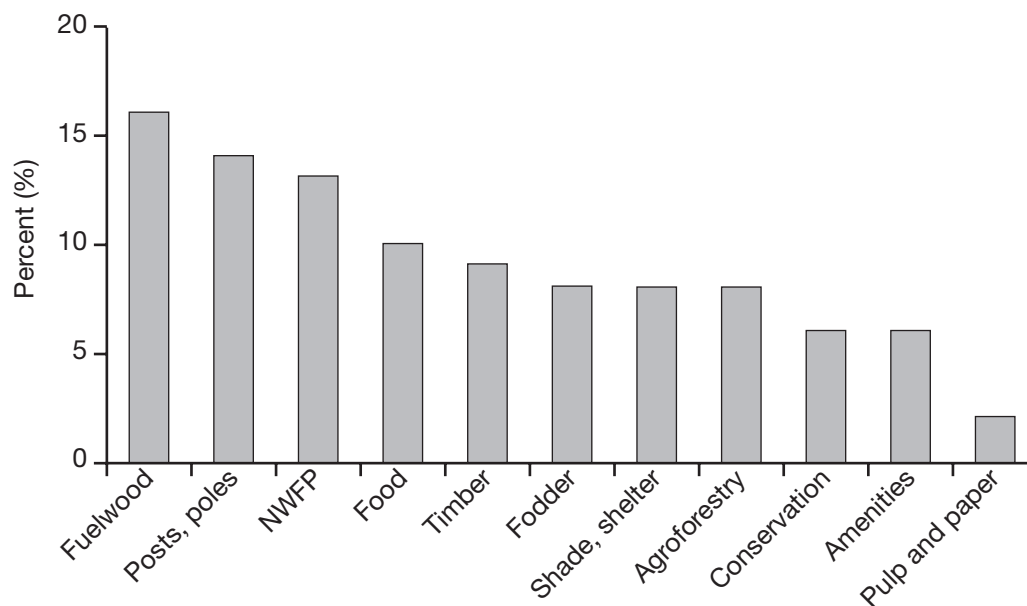


Figure 1: Use types of tree species in the Sahelian and North Sudanian Africa  
Source: country reports (1998) in Sigaud and Eyog-Matig, 2001

Timber exploitation is relatively high in Central Africa. It affects countries with humid forest areas, such as Cameroon, the Central African Republic (CAR), Congo, DRC, Equatorial Guinea and Gabon.

### Threats on forest resources

#### Major causes of the threats

There are four (Figure 2) major threats that impact on the species in the Sahelian and North Sudanian zones. Environmental conditions, such as rainfall shortage account for 39% followed by over-felling (29%) for firewood and agriculture, mainly and overgrazing (22%). In the most tropical forest ecosystems of WCA, over-felling due to agriculture and logging activities is ranked top as the major cause of the threats.

The State of the World's Forests (FAO 2003) indicates (Table 3) a faster (-1.26% annually) trend of loss of forest cover in West Africa than in Central Africa (-0.93%). Species that are threatened and/or lost are specified in Table 4.

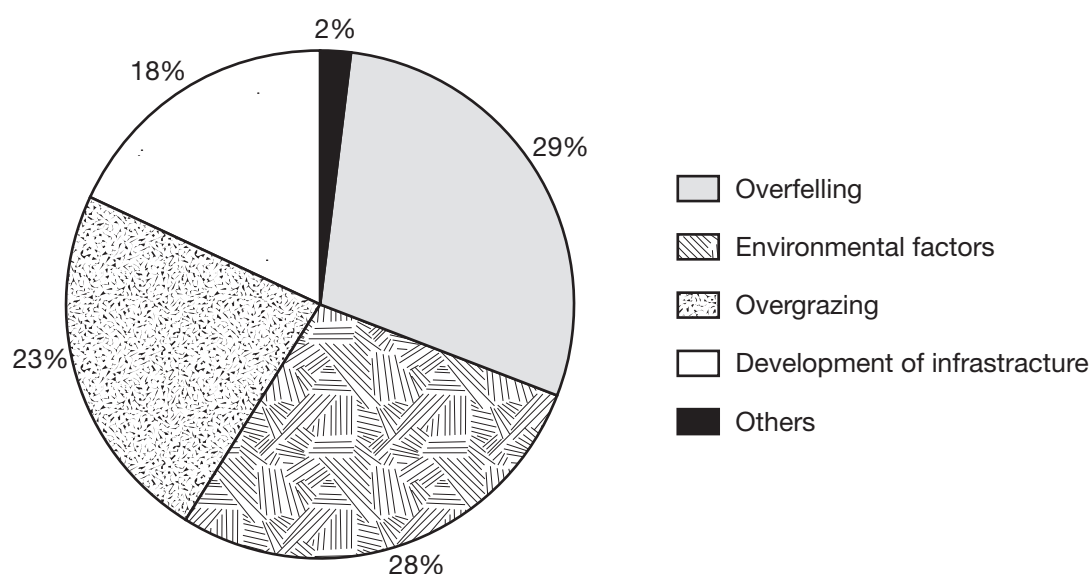


Figure 2: Causes of threats to forest genetic resources integrity for 16 top priority species

**Note:** Nature and importance of threats related to 16 species and their populations in Sahelian and North Sudanian Africa. Information provided in country reports for each species' population regarding its level of security and the nature of possible threats has been compiled. Number of species studied: 16; number of populations: 159. "Others" include vegetation, insect or disease pests, and fire. The relative low importance given to bush fires may be linked to the fact that it is not considered as a primary factor of threat, but associated with human activities such as agricultural extension (overfelling) and (over)grazing. For the list of species, see Figure 2 in Sigaud and Eyog-Matig, 2001.

Table 3: Forest cover loss in Africa, 1990 – 2000

Sub-region	1990	2000	Annual change (%)
	(million ha)		
North Africa	77.5	68.1	-0.94
East Africa	90.8	85.6	-0.51
Southern Africa	199.4	183.1	-1.62
Central Africa	250.1	240.7	-0.93
West Africa	84.7	72.2	-1.26
Total Africa	702.5	649.9	-0.80

Source: FAO 2003a in Okali and Eyog-Matig, 2004

### Management strategies

#### • *In situ conservation*

Forest managers in SSA address forest degradation through conservation measures and poverty alleviation through the use forest resources. The management of forest resources will, therefore, consist of a wise balanced conservation and utilization measures that need to be taken when developing the forest management plans. Forest inventories and socio-economic surveys, because of their high costs, constitute the major limiting factors for developing forest management for most of SSA countries. Only few countries (Table 5) have forests (representing a small proportion of the forest land) under management plan.

Table 4: Species and populations considered under threat

Countries	Threats at species level	Threats at population level
<b>Benin</b>	<i>Azelia africana</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	
<b>Burkina Faso</b>		<i>Acacia senegal</i> , <i>A. seyal</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Bombax costatum</i> , <i>Faidherbia albida</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Vitellaria paradoxa</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> , <i>P. lucens</i>
<b>Cameroon</b>	<i>Azadirachta indica</i> , <i>Dalbergia melanoxylon</i>	<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia seyal</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Khaya senegalensis</i>
<b>Chad</b>	<i>Azadirachta indica</i>	<i>Acacia senegal</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Vitellaria paradoxa</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i> <i>Anogeissus leiocarpus</i>
<b>Côte d'Ivoire</b>	<i>Cassia sieberiana</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> , <i>Ficus capensis</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	
<b>Eritrea</b>	<i>Acacia etbaica</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Boswellia papyrifera</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Dodonaea angustifolia</i> , <i>Juniperus procera</i> , <i>Olea africana</i> , <i>Tamarindus indica</i> , <i>Ximenia americana</i>
<b>Gambia</b>	<i>Bombax buonopozense</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Oxytenanthera abyssinica</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> , <i>Raphia</i> spp.	<i>Azelia africana</i> , <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> , <i>Erythrophileum guineense</i> , <i>Mitragyna inermis</i> , <i>Parinari macrophylla</i> , <i>Rhizophora racemosa</i> , <i>Vitex doniana</i>
<b>Kenya</b>	<i>Acacia tortilis</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Faidherbia albida</i>	<i>Tamarindus indica</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i>
<b>Mali</b>		<i>Gilbertiodendron glaudolosum</i> , <i>Guibourtia copallifera</i>
<b>Mauritania</b>		<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia senegal</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i> , <i>Boscia senegalensis</i> , <i>Borassus flabelifer</i> , <i>Combretum micranthum</i> , <i>Commiphora africana</i> , <i>Hyphaene thebaica</i> , <i>Faidherbia albida</i> , <i>Grewia bicolor</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i> , <i>Raphia soudannica</i> , <i>Tamarindus indica</i>
<b>Niger</b>	<i>Acacia senegal</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> <i>Lannea microcarpa</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Sclerocarya birrea</i>	<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia seyal</i> , <i>Acacia raddiana</i> , <i>Commiphora africana</i> , <i>Pterocarpus lucens</i>
<b>Nigeria</b>	<i>Bombax costatum</i> , <i>Guiera senegalensis</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia Senegal</i> , <i>Annona senegalensis</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Carrisa edulis</i> , <i>Hyphaene thebaica</i> , <i>Lannea bacteri</i> , <i>Phoenix dactylifera</i> , <i>Piliostigma thonningii</i> , <i>Ximenia americana</i> , <i>Ziziphus spina christii</i>
<b>Senegal</b>	<i>Faidherbia albida</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	<i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia senegal</i> , <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Cordyla pinnata</i> , <i>Dalbergia melanoxylon</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Pterocarpus lucens</i> , <i>Saba senegalensis</i> , <i>Sclerocarya birrea</i> , <i>Sterculia setigera</i> , <i>Tamarindus indica</i>
<b>Sudan</b>		<i>Acacia mellifera</i> , <i>Acacia seyal</i> , <i>Acacia tortilis</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Albizia amara</i> , <i>Albizia aylmeri</i> , <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Dalbergia melanoxylon</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i> , <i>Faidherbia albida</i> , <i>Hyphaene thebaica</i> , <i>Lannea fruticosa</i> , <i>Sclerocarya birrea</i> <i>Borassus aethiopicum</i> , <i>Diospyros mespiliformis</i>
<b>Togo</b>	<i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Botrichium chamaeconium</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Dorstenia walleri</i> , <i>Faidherbia albida</i> , <i>Garcinia atzela</i> , <i>Garcinia kola</i> , <i>Khaya senegalensis</i> , <i>Parinari</i> sp., <i>Polyscias pulva</i> , <i>Prosopis africana</i> , <i>Pterocarpus erinaceus</i>	

Source: Country reports (1998) in Sigaud and Eyog-Matig, 2001

Table 5: Land area, population and forest resources data for the study countries

Country <sup>1</sup>	Land area <sup>1</sup> 1998	Forest in protected area <sup>2</sup> (% land area)	Forest under management plan	
			000 ha	%
<b>West Africa</b>				
Benin	11063	7.6	-	-
Cote d'Ivoire	31800	2.2	1387	19
Ghana	22754	2.5	-	-
Guinea	24572	1.4	112*	n.ap
Liberia	11137	0.3	-	-
Nigeria	91077	1.0	832*	n.ap
Sierra Leone	7182	0.7	-	-
Togo	5439	1.3	12	2
<b>Central Africa</b>				
Cameroon	46640	5.6	-	-
Central African Republic	62297	5.5	269	n.ap
Congo	34150	9.0	-	-
D.R. Congo	226205	5.4	-	-
Equatorial Guinea	2805	6.9	-	-
Gabon	25767	13.5	-	-

Source: FAO 2001a, Global Forest Resources Assessment. Main Report:

\* Partial result only. National figure not available

<sup>1</sup>. Appendix 3: Table 1. Basic country data

<sup>2</sup>. % obtained by dividing forest in protected areas by country land area (in Table 1)\*100

#### • *Ex situ conservation*

With the increasing pressure on forest resources, farmers are encroaching on protected areas to practice agriculture. *Ex situ* conservation strategies become, in this case, the most appropriate conservation strategy for species that are severely threatened. This consists of a range of measures starting from collecting seeds for conservation, to various plantation types, such as seed orchards and botanical gardens.

However, tree seed system represents the weak point in SSA. There are a limited number of countries with organized tree seed systems. Most of the tree seed centres or programmes initiated in 1980s have collapsed because of the decrease in public financial support and inappropriate management policies and strategies (limited flexibility to re-adjust the strategy when the government is no longer the major actor on forest plantation).

Success in conserving FGR among countries has been limited. Joint efforts within a regional network on FGR seem to be the best way to solve the problems of duplication, and limited human and financial resources to create synergies among countries.

### **SAFORGEN as a regional conservation mechanism**

#### **The scope of SAFORGEN Programme**

Highlighting the intra-specific importance and value of tree species; and developing sound conservation strategies for important tree species are the major concerns that characterize SAFORGEN, making the programme unique. Before launching SAFORGEN in January 1999, Bioversity was better known in SSA as a crop-oriented Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) centre with activities on plant descriptors, lesser-known crops, gene bank management and capacity building. Activities on FGR started in 1997 with the support to SSA National Tree Seed Centre to organize a network meeting in Dakar, Senegal. This was followed by Bioversity's contribution to study the genetic erosion of African key tree species in Burkina Faso and Kenya. The genetic diversity of various populations of *Anogeissus leiocarpus* and *Acacia senegal* in Burkina Faso were mapped. In Cameroon, Bioversity has initiated

research in collaboration with IRAD, a national agricultural research system (NARS), on the impact of selective logging on the genetic diversity of *Lophira alata*, within Tropenbos area. Work on recalcitrant and intermediate tropical tree seed was organized in collaboration with DFSC through the Neem network.

The key question is why the need for an Bioversity FGR programme in SSA, given that there are other actors in the forestry sector; Bioversity's resources will be stretched by the great and diverse needs of the continent. The response to this question is derived from the uniqueness of Bioversity's strategy on FGR that focuses on intra-specific diversity, which is getting an increasing value for forest species and also because SSA excels in forest diversity with a high level of endemism. Moreover, Bioversity has experience on crop species built from developing conservation strategies to protect the whole range of the current diversity within species that are important to farmers and are over-exploited or threatened.

Notwithstanding all efforts deployed, SSA countries' needs are still huge, because the African tropical forest is the most complex ecosystem. Where resources are limited, it is often better to choose strategies with the greatest impact. FGR in SSA remain a domain where, with a clear vision of country needs, and with its comparative advantages, Bioversity's impact could be rapid and visible.

SAFORGEN is a voluntary instrument of international co-operation in research and development that aims at promoting collaboration and catalyzing action among national and regional or sub-regional institutions towards conservation and sustainable use of forest genetic resources in SSA. SAFORGEN operates in three sub-regions in SSA: WCA, eastern Africa and southern Africa.

SAFORGEN's work in SSA is linked to Bioversity's global projects and programmes that are implemented within SSA and the whole continent. It also works with Bioversity's global Forest Genetic Project that has activities in several countries worldwide, such as the Recalcitrant Tree Seeds. National research projects include species such as *Anogeissus leiocarpus* and *Acacia senegal* in Burkina Faso, and Shea butter tree in Benin.

### **SAFORGEN history**

Several countries in SSA are now aware of the urgency of conservation of FGR and have begun to implement national strategies to conserve them. Some countries have defined national priorities and allocated resources for implementing these programmes. During the regional meeting of national tree seed centres in Dakar, Senegal in April 1987, representatives from 12 African countries agreed that these efforts need to be supported and strengthened nationally and harmonized regionally to avoid duplication. They recommended that a mechanism be set up to combine efforts, share expertise, identify gaps in current forestry conservation and utilization programmes, and mobilize support for research, development and implementation activities that are needed to safeguard and use African FGR. The workshop also recommended that Bioversity, FAO and other international and regional organizations support the establishment of this mechanism. Following this recommendation and during the World Summit on Environment and Development (UNCED), the modalities for setting up such a programme were discussed during the First Regional Training Workshop on Conservation, Sustainable Management and Use of Forest Genetic Resources in SSA. This workshop was organized by Bioversity, UNEP, FAO, DFSC, ICRAF, CIRAD-Forêt and other relevant organisations on 16-27 March 1998 in Ouagadougou, Burkina Faso for French speaking countries. The participants agreed that the programme should coordinate efforts for efficient and cost-effective conservation of FGR. On 22-24 September 1998, in Ouagadougou, Burkina Faso, FAO in collaboration with Bioversity and ICRAF organized a sub-regional workshop, aiming to assist SSA Sudano-Sahelian and North Sudan countries in assessing FGR status in their countries and to prepare a regional Plan of Action. Fifteen SSA countries attended the workshop. Delegates recommended "the establishment of a regional research-oriented programme for FGR in SSA and expressed willingness to support the regional structure by acting as a focal instrument for future actions. Participants indicated high expectations of SAFORGEN as an implementing mechanism. A satellite meeting discussed the scope, objectives, mode of operation and funding for SAFORGEN,



and decided that when the programmes started working, it would be a useful platform to carry out several research activities listed in the Sub-Regional Plan of Action on FGR for Sahelian and North Sudanian countries in SSA. Bioversity and FAO accepted the request by country representatives to assist in implementing SAFORGEN. The programme was launched in Benin in January 1999, and it subsequently organized the Second Regional Training Workshop for English speaking countries in SSA in Nairobi, Kenya on 6-11 December 1999. Thirty-six participants from 13 countries in eastern and southern Africa, and Ghana and Nigeria attended this event. Experts have endorsed SAFORGEN's organizational structure and mode of operation and they recommended that the programme enters into understanding with individual partner countries in the region through a letter of agreement (LOA) specifying the modalities of collaboration.

### **How the Programme is organised (objective and mode of operation)**

#### *Goal*

SAFORGEN aims at enabling people and institutions in SSA to use and maintain forest biodiversity optimally.

#### *Purpose*

Knowledge, methods and tools for conservation and sustainable use of forest biodiversity developed in partnership with national institutions in SSA.

#### *Objective*

To reach this goal, SAFORGEN pursues the following three specific objectives:

- Dynamic processes that shape forest genetic diversity assessed, from population to landscape level;
- Strategies, methods and tools developed for the conservation and sustainable use of forest biodiversity;
- Knowledge and information developed and disseminated to international fora and national programmes about conservation and sustainable use of FGR.

#### *Ecoregional focus*

The approach of grouping countries has taken account of the following factors: different regional economic communities that have developed community agricultural and forestry policy, and similarities in forest ecosystems that assume common concern for countries with same ecosystem.

The first level of grouping of countries will, therefore, consider the economic communities such as the Inter-Governmental Authority on Drought and Development (IGAD)- East Africa; the Economic Commission of West African States (ECOWAS) - West Africa; CEMAC and CEEAC (Central Africa) and the Southern Africa Development Community (SADC) - Southern Africa). The second level of grouping is based on similarities of ecosystems (dryland, miombo woodland and humid forest.) SAFORGEN's programme priority ecoregions are as follows:

##### West and Central Africa (WCA):

- Dry ecosystems in WCA: This includes countries with drylands, such as the Sahelian countries (Burkina Faso, Chad, Mali, Mauritania, Niger and Senegal).
- Tropical moist forest ecosystems in WCA: This ecoregion includes the humid West African countries (Cameroon, CAR, Congo, Cote d'Ivoire, DRC, Gabon, Gambia, Ghana, Guinea, Liberia, Nigeria, Sierra Leone, etc.).

##### East and Southern Africa:

- Dry savannahs in East and Southern Africa: This ecoregion encompasses countries with drylands in East and Southern Africa (Kenya, Ethiopia, Eritrea, Sudan, South Africa, Botswana, Namibia).
- Miombo forest ecosystem in East and Southern Africa: This forest type includes the following countries: Angola, Mozambique, Tanzania, Zambia and Zimbabwe.

### **Priority research areas**

#### **Support to institutionalization of national FGR programmes and building capacities on conservation and use of FGR**

- Strategic objectives:
  - *To support the institutionalization at country level, of a coordinating mechanism among FGR stakeholders that ensures an effective conservation and sustainable utilization of FGR;*
  - *To assist SSA training institutions in their efforts in building capabilities.*
- Expected outputs:
  - National coordinating mechanism on FGR is settled;
  - National FGR programme is developed in SAFORGEN member countries;
  - Training modules on conservation of plant genetic diversity are developed and incorporated in the current training curricula for forest engineers and FGR specialists;
  - Specialists on conservation of FGR are trained.

#### **Generation of knowledge on conservation and sustainable use of forest genetic resources**

- Strategic objectives:
  - *To generate knowledge and develop methodologies and tools for assisting countries in their efforts of conservation and sustainable utilization of FGR.*
- Expected outputs:
  - Species are documented;
  - Decision support strategies for priorities on FGR are developed;
  - Methodologies for assessing genetic erosion are developed;
  - Methodologies for *in situ* and *ex situ* conservation of FGR are developed.

#### **Support to FGR networks**

- Strategic objectives:
  - *To support the development of functional FGR networks as a mechanism for supporting sub-regional and regional collaborative activities.*
- Expected outputs:
  - Networks on FGR listed and evaluated;
  - Regional FGR supported and strengthened;
  - Collaborative activities implemented (for example, developing databases, technical tools for promotion of conservation and use of FGR, generating and exchange of information and documentation, and other initiatives).

### **Collaboration with main SSA FGR networks**

SAFORGEN is promoting collaboration and partnerships among actors with a wide range of expertise and perspectives to address common problems in genetic resources work. The programme will extend and adapt to SSA, the Bioversity networking experience that has produced great impact in Europe (European Forest Genetic Resources Programme), in Asia (the International Network on Bamboo and Rattan) and at international level (the thematic network on recalcitrant and intermediate tropical forest tree seeds). It will also support the SSA forestry networks and working groups. This is why SAFORGEN networking strategy is based on the following three pillars:

- Using the existing structures to implement its activities, SAFORGEN will provide focal point leadership in networking on FGR in SSA. The programme will provide technical backstopping on FGR to sub-regional and regional forestry networks such as AFREA, AFORNET, CORAF-Forêt and SADC-FSTCU.
- Promoting FGR networking in SSA in close collaboration with relevant SSA sub-regional forestry networks at the field.
- Developing, with relevant SSA forestry networks, a strategy to raise funds for common interest activities.

### **Programme activities and main achievements**

- Membership: Sixteen SSA countries have endorsed Bioversity's agreement to be members of SAFORGEN.
- Capacity building: SAFORGEN has organized two regional training workshops for French and English speaking countries. Forestry staff from 60 countries were trained in conservation and use of FGR.
- Networking: Two network meetings were organized: one on medicinal trees and the other on food trees. The two meetings offered opportunities for member countries to come up with the networks species mandate lists and priority activities.
- Support to sub-regional networks:
  - SADC: To assess the status of FGR and to develop the forestry protocol.
  - CORAF Forestry network: To assess the status of five important fruit trees in the Sahelian sub-region and to develop the network strategy.
  - AFREA: to collect information on indigenous fruit trees and develop a proposal to be submitted to AFORNET funding.
  - AFORNET: SAFORGEN is member of the AFORNET Technical Committee and evaluates research proposals submitted to AFORNET.
- Field activities:
  - Developing conservation strategies on threatened species: Collaborative work with the University of Benin on two fodder tree species (*Azizica africana* and *Khaya senegalensis*). Similar activity with CERPHAPLATA, a NGO in Togo on two medicinal species (*Alstonia boonei* and *Nauclea latifolia*). The Kenya Forestry Research Institute (KEFRI) worked on two food trees (*Dialium orientale* and *Tamarindus indica*).
  - Indigenous fruit trees:
    - Filling gaps on reproductive biology on indigenous fruit trees in Benin: *Irvingia gabonensis*, *Dialium guineense* and *Vitex doniana*;
    - Documenting edible forest trees in Cameroon;
    - Writing a synthesis report on indigenous fruit trees in East Africa.

### **Conclusion**

SSA countries' problems in sustainable management of FGR are on three levels:

- Limited knowledge on how the species and forest ecosystems are functioning to develop sound forest management plans that ensure the sustainable utilization of forest resources;
- Inappropriate policies and practices with negative impacts on forest resources; and
- Limited human and financial means to implement the policies.

The depletion of forest resources is growing. Important species have disappeared because of intensive and inappropriate practices of exploitation. Forests are fragmented followed by the erosion of its genetic diversity. SAFORGEN is a platform for countries to join their efforts and generate knowledge to develop capacities and decision-making tools for policy making.

With modest support from Bioversity and other donors, SAFORGEN has trained SSA forest experts, supported other regional networks and generated knowledge on FGRs.

### **References**

- FAO. 2001. Global forest resources assessment. Main report. FAO, Rome, Italy.
- FAO. 2001a. Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- FAO. 2001b. Markets for high-value added tropical hardwoods in Europe. FAO, Rome, Italy.
- Kigomo BN. 1998. Conservation, management and sustainable utilization of forest genetic resources in dry zone Africa; with special reference to the Sahelian zone. Forest Resources Division; Project IDEA. Forest Department, FAO, Rome.
- FOSA. 2002. Southern Africa sub-regional report. FAO, Rome, Italy .

FOSA. 2002. Sub-regional report for central Africa. FAO, Rome, Italy.

FOSA. 2002. East Africa sub-regional report. FAO, Rome, Italy.

Okali D, Eyog-Matig O. 2004. Lessons learnt on sustainable forest management for Africa: rain forest management for wood production in West and Central Africa. AFORNET, KSLA and FAO. Stockholm, Sweden.

Sigaud and Eyog-Matig. 2001. State of forest genetic resources in Sahelian and north-Sudanian Africa and sub-regional action plan. FAO Working Paper. Rome, Italy.

## **The Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWECA): Genesis, operations and opportunities**

*R.S. Vodouhe, G.E. Achigan Dako*

*Bioversity International<sup>26</sup>, Cotonou, Benin*

### **Abstract**

In adopting the Agenda 21, countries recognized the importance of international collaboration for the conservation and sustainable utilization of plant genetic resources (PGR) for food and agriculture. Interdependency of countries with regard to plant genetic resources management is acknowledged worldwide (CBD 1994; FAO 1998).

Aware of the danger that threatens the genetic resources of their plant species, national agricultural research systems (NARS) of West and Central Africa (WCA) and regional or international research centres working on genetic resources in the sub-region decided to constitute a regional network on genetic resources.

The idea was raised in 1990 at a meeting in Bouaké, Cote d'Ivoire; the decision to form the network was taken at a regional consultation on PGR management held in Dakar in 1995. At the follow-up meeting for the implementation of the Global Plan of Action in West and Central Africa in Cotonou, Benin in February 1998, the network was created under Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement (CORAF). The Bioversity International was asked to host its Secretariat in Cotonou, Benin.

The African Development Bank's (AfDB) grant supported Bioversity and the Interim Steering Committee to draft the basic legal instruments and tools for the network (constitution and strategic plan). Actions were also taken to equip national programmes with basic conservation, research, documentation, and communication facilities (deep freezers, laboratory equipment, computers and accessories). A crucial and urgent need to recruit qualified scientists and technicians was identified for national programmes. Different training courses have been organized at regional and national levels. Research activities on specific plant species neglected by research and extension services were also organized in collaboration with national programmes.

Opportunities for developing or strengthening regional collaboration in the new regional and international political and economic environment (globalization, the New Partnership for Africa's Development (NEPAD) initiative, GFAR, Forum for Agricultural Research in Africa (FARA), sub-regional organizations (SROs), Global Diversity Trust Funds, and policy issues related to intellectual property) are also presented and discussed.

### **Introduction**

Importance of regional and international collaboration for the conservation and sustainable utilization of PGR is acknowledged worldwide (CBD 1994; FAO 1998). The Round-table Dialogue between NARS of sub-Saharan Africa and the Directors General of International Agricultural Research Centres, held in 1992 in Nairobi, Kenya, identified networks as a valuable and important collaboration mechanism. Networks are important platforms for scientific exchange, information sharing, technology transfer, research collaboration, and for determining and sharing responsibilities, such as collecting, conservation, distribution, evaluation and genetic enhancement.

The West and Central African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD) have selected genetic resources management as a key cross-cutting research priority in its Strategic Plan in West and Central Africa. Aware of the danger that threatens the genetic resources of most plants and animals, CORAF/WECARD, the national PGR programmes and regional and international research centres working on genetic resources in the sub-region have decided to constitute a network on genetic resources. The idea was first raised in 1990 at a meeting in Bouaké, Cote d'Ivoire. This idea was further developed at the Regional Preparatory Meeting for the Global



Plan of Action (GPA) in Dakar in 1995. The decision to create the Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) was finally taken at the follow-up meeting for the implementation of the Global Plan of Action held in Cotonou, Benin in February 1998.

### ***Building the network***

At the Cotonou meeting, the orientation and the background of GRENEWCA were proposed. Participants at the meeting decided to base the secretariat of the network at Bioversity Office for West and Central Africa in Cotonou, Benin. An interim Steering Committee of nine members was formed to oversee the development of basic documents for the network (constitution, strategy and action plan and research programme).

The AfDB grant (1999-2001) supported the Steering Committee to organise and carry out several activities including drafting of the constitution, strategy and action plan and organizing research activities.

### **Constitution**

GRENEWCA's constitution was drafted by its secretariat and approved by the Interim Steering Committee during its annual meeting of 2000 in Cotonou, Benin. It is made of nine titles and twenty articles. The main items in the Constitution are related to:

- Its establishment: The network is created among national genetic resources programmes of WCA under the auspices of CORAF
- Its objectives: The network objectives are as follows:
  - Conservation and utilization of genetic resources for the development of agriculture and the economy of the sub-region;
  - Sustainable use and exchange of genetic resources in the region and beyond;
  - Institutional capacity building in the management of genetic resources;
  - Cooperation and exchange of information among member countries and institutions;
  - Raising of funds for implementing genetic resources programmes within the sub-region;
  - Raising awareness in genetic resources activities in the sub-region;
  - Conservation and utilization of the genetic resources for the development of agriculture and the economy of the sub-region;
  - Sustainable use and exchange of genetic resources in the region and beyond;
  - Institutional capacity building in the management of genetic resources;
  - Cooperation and exchange of information among member countries and institutions;
  - Raising of funds for implementing genetic resources programmes within the sub-region;
  - Raising the level of awareness in PGR activities in the sub-region.

The main duties of GRENEWCA are to:

- Contribute to the establishment and the strengthening of national genetic resources programmes and other interested groups;
- Promote the complementary conservation of genetic resources in the sub-region;
- Reinforce the link between conservation and utilization of genetic resources;
- Promote biotechnology related to genetic resources;
- Promote the collaboration and coordination of activities of the network with other networks;
- Facilitate the circulation and exchange of information within as well as among member countries and those outside the network;
- Promote the diffusion of research results related to genetic resources;
- Support all international, regional and national actions on the development of intellectual property right (IPR) for farmers and local communities vis-a-vis access and use of genetic resources;
- Promote the equitable benefit sharing that arises from the utilization of genetic resources according to the Convention on Biological Diversity (CBD) recommendations;

- Encourage the elaboration and implementation of biosafety legislation for the exchange and use of genetically modified organisms (GMOs);
- Encourage member countries, international institutions and others to develop and implement prior informed consent or agreement for collection and exchange of genetic resources material.

### Membership

Membership of the network is composed of the national programmes of genetic resources of West and Central Africa, regional or international institutions of research, and non-governmental organizations (NGOs) in the sub-region.



Figure 1: Member countries of GRENEWECA

### Associate members

The following partners are associated with the network:

- Africa Rice Centre (WARDA/ADRAO)
- Bioversity International
- International Institute of Tropical Agriculture (IITA)
- International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics (ICRISAT)
- International Livestock Research Institute (ILRI)
- The World Agroforestry Centre (ICRAF)
- Food and Agriculture Organization (FAO)
- Other institutions which shared similar views.

### Sources for funding the network activities

The network activities will be funded with the contributions of the members and associated members. Subsidies, grants, donations and members' contributions will form the general budget of the network. The network will be linked to donors through partnership in genetic resources management. In the framework of that partnership, special projects will be developed to construct conservation infrastructure, research programmes, human resources development, multiplication and re-introduction of germplasm in post war regions or areas subjected to natural disasters. The network can receive grants and donations from state organizations and any other donors, for its activities. However, the contributions and activities must be in line with missions assigned by the founding members.

### Strategic and action plan

Based on the network's vision and objectives, the strategy and action plan is conceived to endow the network with a programme and a modus operandi. The objectives and activities of the programme are as follows:

#### Objective 1:

To strengthen and support national plant genetic resources programmes.

The key activities to be undertaken for this objective will include to:

- Review and assess current institutional frameworks for PGR within countries;
- Promote country implementation of the global frameworks in support of PGR, such as the Global Plan of Action;
- Develop and strengthen national coordination mechanisms for PGR conservation and use;
- Assist countries in developing strategic and action plans for PGR conservation and use;
- Assist countries in fundraising to support development of institutions, human resources and research activities.

#### Objective 2:

To strengthen and encourage partnership among PGR stakeholders in the region

Three key activities will be undertaken:

- Promoting inter-country collaboration and exchange of PGR;
- Encouraging regional meetings, and sharing and disseminating information;
- Promoting collaborative activities with other networks and international institutions..

#### Objective 3:

To support research and development activities in relation to PGR in the region

The activities will include:

- Promoting *ex situ* conservation;
  - Seed studies
  - Management of field collection
  - Management of biotechnology for PGR conservation
- Promoting *in situ* conservation;
  - Understanding diversity in *in situ* conservation systems
  - Participatory selection and conservation
  - Enhancing the benefits of crop genetic resources to ensure *in situ* conservation on farm
  - Promoting community and farmer use of conserved germplasm.

#### Objective 4:

To support national and regional training and capacity development in PGR

Main activities for this objective will include:

- Strengthening PGR programmes in educational institutions (universities, research institutes, colleges, secondary and primary schools);

- Organizing group training activities (in-country courses, regional training);
- Supporting individual training support through fellowships and attachments;
- Promoting technical exchange programme.

**Objective 5:**

To strengthen capacity in PGR policy issues and to promote policy awareness

The following activities will be undertaken:

- Enhancing awareness on policy issues related to PGR;
- Building capacity for network country members on PGR policies;
- Promoting and facilitating PGR policy development and analyses;
- Disseminating information on decisions taken by GRENEWECA member countries on international PGR policy and legislation.

**Objective 6:**

To promote sharing of information, germplasm and other resources among network members

This will be achieved by:

- Promoting use of appropriate software and data management systems for PGR;
- Promoting the publication of PGR research and development activities and results;
- Sharing of information among members through newsletters and other media.

**How does the network work?**

The operational strategy of GRENEWECA is based on partnership. All activities are implemented in collaboration with national, regional and international partners.

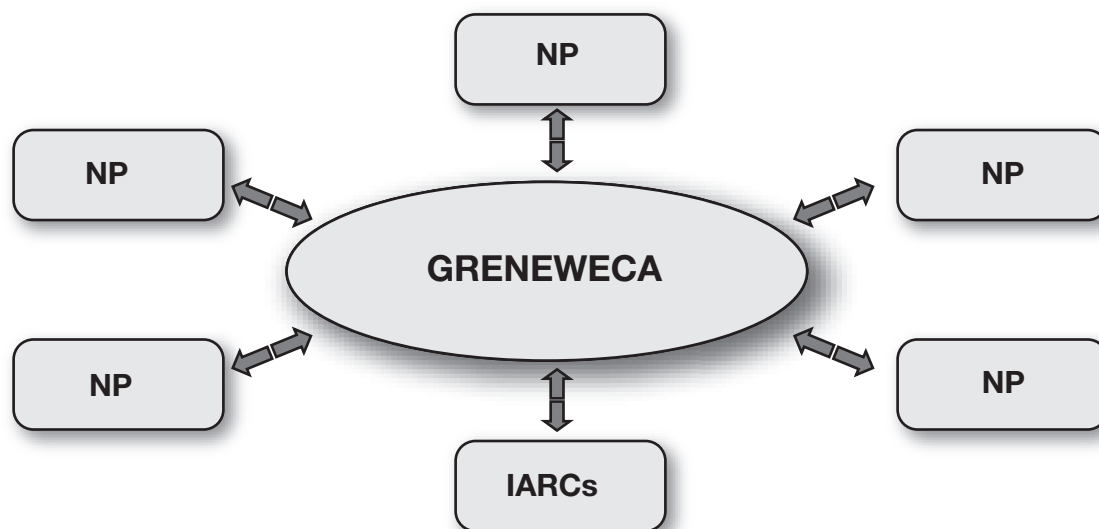


Figure 2: Collaboration with national genetic resources programmes

**Partnership with research institutions in developed countries**

- Research institutions of developed countries, such as CIRAD, IRD, the Royal Tropical Institute (KIT), the German Technical Cooperation (GTZ) and others that have greatly contributed to exploration, collecting, characterization, evaluation, conservation and use of the PGR for the benefit of people from the sub-region.
- GRENEWECA will maintain and develop strong relationships with each partner and each project through diverse joint research and training programmes.

**Partnership with international NGOs and private firms**

Non-governmental organizations (NGOs) are active in assisting farmers to develop and sustainably use their genetic resources. This valuable assistance will be further developed in various domains, such as *in situ* and on-farm conservation, training and utilization of the genetic resources. Many international firms are also using genetic resources through biotechnology. Specific agreement with these partners, national programmes and GRENEWECA will be negotiated based on current national, regional and international legislations.

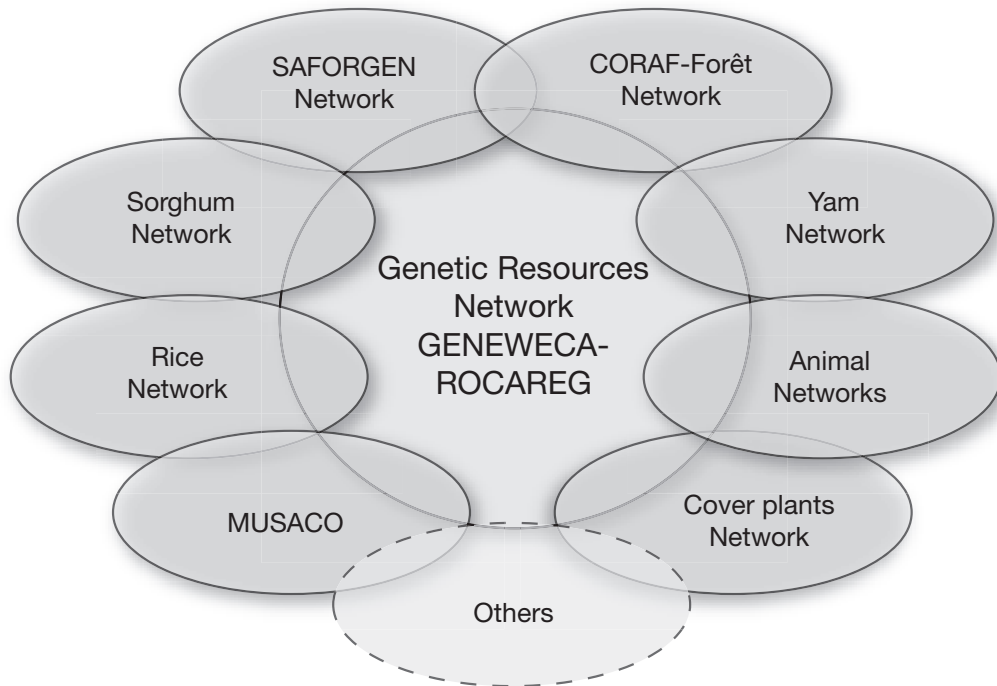


Figure 3: Collaboration with crop and commodity networks

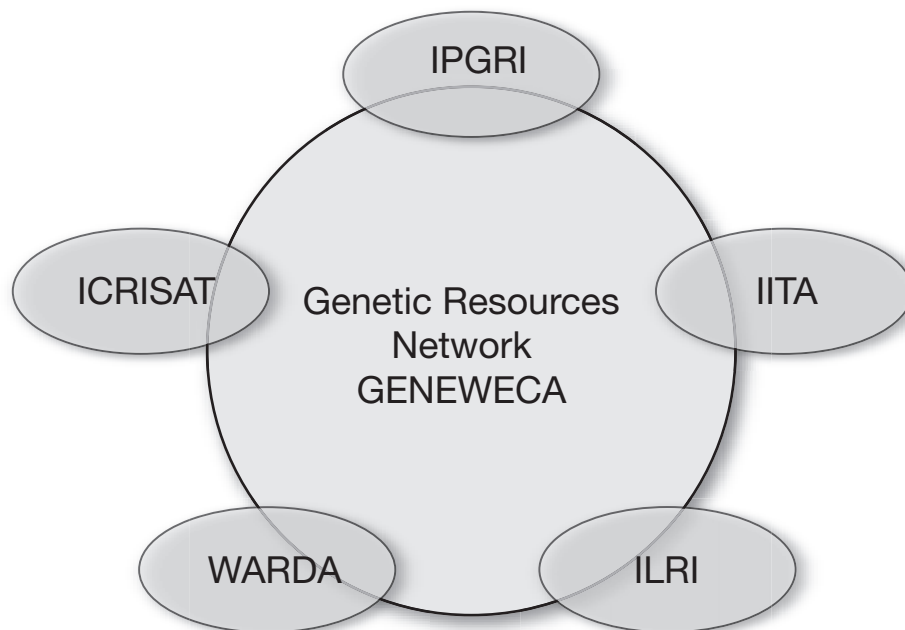


Figure 4: Collaboration with international agricultural research centres (IARCs)



### **Partnership with international organizations**

GRENEWECA has been created for the implementation of the Global Plan of Action adopted in Leipzig in 1996 at the FAO International Technical Conference on Plant Genetic Resources. The implementation of this plan is guided and monitored by the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture of FAO. GRENEWECA will work in close relation with FAO to implement the plan. Regular consultations will be organized to benefit from FAO experiences and expertise. Indicators developed by FAO and Bioversity will be used to evaluate progress made in the implementation of the plan.

### **GRENEWECA working groups**

The technical operating units of the network are the working groups. Scientific and technical issues related to plant genetic resources conservation and use are discussed by specific technical working groups within the network. A technical working group is defined as an assembly of knowledgeable people having experiences of proven practices in a given scientific area. They meet regularly to debate on important issues and advise the network on appropriate decisions to take.

### **Major achievements**

#### **Human resources development for national programmes**

##### *In-country training*

National programmes need more trained people at various levels to be efficient. In-country training courses are organized to help national scientists to train more people in their countries. Such courses took place in Benin and Togo in 1999, in Nigeria in 2000 and in Cameroon in 2001. GRENEWECA and Bioversity assisted national partners in the organization and funding of these courses. Bioversity provides national partners with lecturers and appropriate documentation for the courses.

In Benin and Togo, 12 scientists and 11 technicians were trained in exploration, collecting, conservation and evaluation of PGR, including *in situ* and *ex situ* strategies.

A national training workshop on plant genetic resources management was organized for 15 scientists and technicians for 5 days (11-15 December 2000) at the National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB) in Ibadan Nigeria, where various aspects of genetic diversity and enhancement, plant breeding and genetic resources conservation, and characterization or evaluation and utilization were presented and discussed. Field and laboratory visits were also organized.

##### *Individual and degree training course*

A curriculum for MSc programme in PGR was developed at the University of Cocody, Cote d'Ivoire for WCA. Three national scientists (Benin, Cote d'Ivoire, and Guinea) received scholarships for MSc degrees in genetic resources management, specifically on fonio and egusi.

##### *Regional training courses on plant genetic resources management*

In collaboration with the Darwin Initiative, University of Birmingham, and Bioversity, three regional training courses on PGR management were organized in Benin (1997), Cote d'Ivoire (1998) and Cameroon (1999). Thirty scientists and technicians were trained during each course for national programmes.

##### *Regional in vitro conservation training course at the University of Ghana, Accra*

Twelve scientists from Benin, Cameroon, Ghana, Nigeria and Togo were trained for three weeks in Accra on *in vitro* conservation of PGR. GRENEWECA sponsored a trainer on documentation and information to this course.

##### *PcGRIN and geographical information systems (GIS) course for plant genetic resources documentation and mapping*

To strengthen national scientists' skills in the use of computers, Bioversity and GRENEWECA organized a training course on PcGRIN and GIS for PGR documentation and ecogeographical mapping. The United States Department for Agriculture (USDA) provided the national



Figure 5: Egusi crop diversity

programmes in WCA with 10 computers. National programmes in Benin, Burkina Faso, Cap Vert, Cameroon, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinea Conakry, Mali, Nigeria, Senegal and Togo benefited from these facilities.

### Exploring, evaluating and conserving neglected crops species

#### *Egusi crops in Benin and Togo*

The Cucurbitaceae is a large family found mainly in the warmer parts of all continents. They consist of 118 genera with about 825 species, many of which are eaten in various forms. Cucumbers, pumpkins, gourds, melon and watermelons have considerable value and the last three originate from SSA. Villagers throughout Africa eat the fruits, seeds, leaves and sometimes the flowers of several cucurbit species. The seeds of some species (*Cucumeropsis* sp., *Citrullus lanatus*, *Lagenaria* sp. and *Telfairia occidentalis*) are the most preferred part of the plant in WCA. These seeds are known as Egusi. Egusi is rich in protein, lipids and energy. An analysis carried out by the Faculty of Agricultural Sciences at the National University of Benin revealed that the seed of certain Egusi species (probably *Citrullus lanatus*) contains 58% of lipid, 27% of protein and 600kcal/100g (of raw product including envelop and oil). Many people in rural areas and in towns in WCA eat Egusi to replace meat and fish in their diets.

The survey on the genetic diversity of Egusi crops (Cucurbitaceae) in Togo and Benin allowed the gathering of information on the local knowledge of the crop, its culture, production and commercialization pattern. Also, the farmers' conservation strategies and indigenous description data were documented. The germplasm of Egusi (*Cucumeropsis* spp., *Lagenaria siceraria*, *Citrullus* spp., *Telfairia occidentalis*) collected in 1998-1999 in Benin and Togo was evaluated at Sekou (INRAB experimental station in Benin).



Figure 6: Sékou experimental site

#### *Characterization of Egusi germplasm*

Agro-morphological characterisation of the Egusi germplasm carried out in 1999 has shown a wide range of variation within *Lagenaria* spp. for 26 traits: plant type (4), type of fruit (12), yield (1) and type of grain (9). A total of 71 sub cultivars were identified. Variation in seed type



accounted for more than 80% to the whole variation. To monitor this high diversity, an in-depth study was conducted in 2000.

#### ***Agro-morphological test in L. siceraria sub cultivars***

Sixty sub cultivars of *Lagenaria siceraria* have been evaluated for 26 traits. Each sub-cultivar was sown on a plot of 50 m<sup>2</sup> (10 m x 5 m) repeated twice at Sekou Research Station in Benin. Observations made on germination, seedling growth, type of leaf and stem, flowering dates, male and female flowers type, indicated some variations within some sub-cultivars while other are getting close to uniformity for plant characteristics (type and colour of leaf, type, size and colour of flowers). Data collected on the fruit shape, colour, and size showed a range of variation for the 60 sub-cultivars tested. For a given accession of round shape and green colour, other different shapes and colours were observed. This variation is high with some cultivars but less with others. In general the long shapes are more frequent compared to the round ones. On the average, fruits of white colour and round or white colour and gourd shaped are present in all sub-cultivars from 1 to 36 except in 10, 15, 17, 23, 28 and 32. Cultivars 19, 24 and 29 have important number of fruits of round or gourd shape and white colour. Less variation is observed in accessions 36 to 60 in which fruit of gourd shape and green colour are more frequent. Cultivars 23, 28 and 32 produced only marbled green gourds.

#### ***Test of weed competitiveness of Lagenaria siceraria and Citrullus lanatus***

*Lagenaria siceraria* has shown some ability to cover the soil and impede weed growing in the experiment carried out in 2000. Weeds represent a serious constraint to agricultural development in Africa. Weeding is labour consuming and farmers spend a lot of time and money on it. Common cover crops generally proposed to farmers in WCA to control weeds are not well accepted as these crops are not edible. To evaluate the capacity of *Lagenaria* to control weeds and enrich the soil in organic matter better than *Citrullus lanatus*, a trial on the weed competitiveness of the two species was carried out at the Sekou Station in 2004. Two sub-cultivars of *Lagenaria siceraria* and a cultivar of *Citrullus lanatus* were tested. Each cultivar was planted to a plot of 50 m<sup>2</sup> and repeated four times. Data on the number of days from sowing to complete soil covering, the duration of soil coverage, the weed species that can grow, and the quantity of leaves produced were observed. Effectiveness and efficiency in weed control are estimated in comparison with the number of weed species present on nearby plots. Results indicated that the two sub-cultivars of *Lagenaria siceraria* had eliminated all weed species from their plot while *Citrullus lanatus* was completely submerged by weeds (Figure 7).



Figure 7: Comparison of *Lagenaria* and *Citrullus* weed competitiveness

### **Egusi crop in Ghana**

A survey and collecting of indigenous vegetables (*Cucurbita* spp.) in Southern Ghana was made by a team from CSIR-PGRC as part of a germplasm evaluation programme with support from Bioversity and GRENEWECA.

The collecting mission started in November 2001 in the eastern region and continued to the Volta, Ashanti, Brong Ahafo and central regions and ended in the eastern regions in December 2001. *Cucurbita* germplasm was collected in farmer's field gardens, farm store and occasionally markets. Materials collected were landraces and these comprise seeds, pods and fruits of different *Cucurbita* species. A set of passport data was collected with each accession. Information on the time of cultivation, harvest and uses of each accession was gathered. The PGRC team during the mission collected a total of 60 accessions.

### **Egusi crop in Nigeria**

NACGRAB and the Centre for Environmental, Renewable Natural Resources Management Research and Development (CENRAD) carried out a wide range inventory of edible egusi genetic diversity that highlighted Egusi production practices in Nigeria. Majority of the farmers intercrop Egusi, often with maize, yam or cassava. Hardly is Egusi grown as a monocrop. All the farmers used Egusi as cover crop for soil protection, soil fertility replenishment and soil conservation or erosion control. The primary reason for planting Egusi among farmers was to enhance soil, followed by other secondary reasons including cash food, soil protection and erosion control. Egusi crop needs small amounts of nutrients to sustain its culture.

### **Exploration, collecting and documenting of indigenous knowledge of conservation of cocoyam and ginger in Nigeria**

A survey of six states for ginger and five states for cocoyam was carried out in Nigeria. The collecting expedition focused on major production areas in the selected endemic states based on Agricultural Development Projects (ADP) zoning with concentration on five adopted villages, wherever found in the zones. The ADP staff acted as facilitators. Two teams were constituted for coverage and collection of many accessions of cocoyam and ginger. A team of three scientists or superintendents covered the south-west and parts of south-east while the second team covered the north central part of the country. Germplasm of cocoyam or ginger was collected mostly from the distant or compound farms and scantily from the markets. A total of 18 accessions of two species of cocoyam and three accessions of two species of ginger were collected from the south-eastern region. Seven accessions of cocoyam (*Colocasia esculentum* and *Xanthosoma sagittifolium*) germplasm were proportionally shared between NACGRAB and NRCRI for field conservation and assessment/evaluation.

### **Evaluation of frafra potato collection in Ghana**

The germplasm of frafra potato collected in Ghana in 1998 is being evaluated in Bunso in 2000. The 26 accessions were planted on ridges, with each one occupying three ridges measuring 5m long. Germination, type of plant, colour of leaves, cycle and productivity will be observed. The crops are at the vegetative phase.

### **Exploration, collecting and documenting of indigenous knowledge of conservation of fonio in Benin**

*Digitaria exilis* is an important crop in northwestern Benin. A survey conducted in 1999-2000 indicated that the crop is first commodity in three out of seven districts surveyed. It is consumed as a staple food in the region and is also used to cure diseases. For some ethnic groups it is a delicacy and given to the families-in-law during weeding ceremonies.

### **Surveying fonio crop in Togo**

Another survey on fonio has been carried out in Région des Plateaux, Kara and Centrale in Togo. Within these regions 46 localities were explored. In addition to samples, data collected





Figure 8: Fonio crop



Figure 9: Fonio traditional husking

are related to the local knowledge of fonio crop cultivation, commercialization, use and germplasm conservation. Surveyors attended the fonio annual feast at the northern part of the country and appreciated the importance of fonio in this part of Togo.

#### **Fonio crop evaluation in Guinea**

In Guinea about 46 fonio varieties were collected and could be dispatched within three major groups (the early varieties group, the intermediate group and the late varieties group) according to the agronomic evaluation trials carried out at the agricultural research centre of Kindia. This evaluation focused on parameters such as the yield, the grain weight, the seed moisture content, the cycle, the seed and straw ratio.

**Conclusion**

Networking has proved to be a powerful tool to strengthen national capacities and better conserve the threatened genetic resources of the sub-region. Through the AfDB financial support, the following important results have been achieved in a short time:

- Making national support to PGR more visible;
- Making WCA contributions to international debates stronger;
- Building regional facilities and tools to assist individual national programmes for conservation and sustainable use of their genetic resources.

To fulfill its mission and mandate, GRENEWECA needs the commitment of all its member countries and institutions. CORAF/WECARD has spearheaded the efforts on PGR conservation and use in the region. With the adoption of the Global Plan of Action, the entry into force of the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA), the implementation of NEAP programmes for WCA, the international and regional political environments are now more conducive for PGR conservation. There is, therefore, hope for stronger support for regional collaboration in preserving genetic resources of WCA.

## Abstracts of other presentations

### **Evaluation of genetic resources enhancement in some legume landraces in Ghana**

*L.M. Aboagye*

*Council for Scientific and Industrial Research, Plant Genetic Resources Centre, Bunso, Ghana*

Plant genetic resources being conserved in gene banks must have adequate information to enhance their utilization. The plant genetic resources (PGR) activities that would enhance the utilization of cowpea (*Vigna unguiculata*), groundnut (*Arachis hypogaea*), Lima beans (*Phaseolus lunatus*) African yam bean (*Sphenostylis sternocarpa*), currently under conservation at the Plant Genetic Resources Centre of Ghana are reviewed. The Bioversity International's descriptors were used for the characterization and evaluation of the legumes. Results show that 591 accessions of cowpea, 44 accessions of Lima beans, 99 accessions of groundnut and 30 accessions of African yam bean have been collected and conserved. Agro-morphological characterization and evaluation were the main methodology used in assessing the diversity in the materials. Information on cowpea, groundnut, Lima bean and African yam bean shows that there is greater variability in the yield and its components. To provide more information it is suggested that: a) participatory collection, characterization and evaluation involving scientists, curators and farmers would provide detailed information that would save time and cost; b) conventional agro-morphological characterization and evaluation must be supplemented with molecular analysis to assess variability and to identify genes of interest through marker assisted selection and; c) the development of representative samples (core) with maximum variability for exploitation in the legumes would enhance their utilization.

### **Biologie de reproduction de *Dialium guineense* Wild. (Caesalpinaceae) au Bénin**

*V. Adjakidjè<sup>1</sup>, E.B.K. Ewedjè<sup>1</sup>, O. Eyog-Matig<sup>2</sup>, C. Linsoussi<sup>2</sup>, Achigan Dako<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Département de Biologie végétale, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Benin

<sup>2</sup>Bioversity International, Cotonou, Benin

*Dialium guineense* est un arbre dont les fruits ont un mésocarpe farineux très consommé. Attachés en de petits lots, les fruits font l'objet d'un commerce important par les femmes. Les méthodes de récolte des fruits, l'exploitation de l'arbre comme bois de chauffe et son utilisation à des fins médicinales, la destruction et le morcellement de son habitat sont autant de facteurs qui exposent cette espèce à une menace évidente au sud du Bénin. Ces travaux viennent combler le déficit de données sur la biologie de reproduction de cette ressource afin de développer une stratégie de sa conservation. De nombreux arbres (67%) présentent de inflorescences dans lesquelles certaines anthères sont parasitées par des bactéries alors que d'autres en sont dépourvues. La présence de ces parasites a pour effet la réduction des chances de pollinisation et la compromission d'une bonne fructification. La reproduction de cette espèce est fortement liée aux insectes qui assurent la pollinisation des fleurs; les agents majoritaires sont les abeilles, et des coléoptères. Contrairement aux abeilles domestiques, *Xylocopa luteola* est plus actif dans le transport de l'allopollen du fait de leur bref séjour sur les fleurs. Les agents pollinisateurs varient selon les sites étudiés. *D. guineense* fructifie une fois par an mais ses feuilles se renouvellent en permanence. La pollinisation croisée est couplée à l'auto pollinisation chez cette espèce. Il existe une variabilité dans la morphologie des fruits. Les graines et fruits tombés de l'arbre germent naturellement chez cette espèce avec un léger décalage (les graines commencent à germer le 29<sup>ème</sup> jour contre le 38<sup>ème</sup> jour pour les fruits).

## Biologie de reproduction de *Irvingia gabonensis* (Irvingiaceae) au Bénin

V. Adjakidjè<sup>1</sup>, E.B.K. Ewedjè<sup>1</sup>, O. Eyog-Matig<sup>2</sup>, C. Linsoussi<sup>2</sup>, Achigan Dako<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Biologie végétale, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou

<sup>2</sup> Bioversity International, Cotonou, Bénin

*Irvingia gabonensis* est un fruitier à rôle principalement alimentaire au Bénin. Il est particulièrement apprécié pour ses fruits et sa graine mais il est menacé par une cueillette systématique de ses fruits très commercialisés et dont les femmes en sont les principales actrices. Cette ressource phytogénétique alimentaire prioritaire du Bénin à cause des menaces et de l'érosion génétique mérite une attention particulière dans la connaissance de ses agents pollinisateurs, des types de pollinisation, de la phénologie, des descripteurs et de la germination. Ce fruitier présente une grande variation des types de fleurs avec un taux élevé des fleurs pentamères (58,48%) à côté des fleurs tétramères et trimères. La diplostémonie originelle de *I. gabonensis* est inconstante. Les abeilles *Apis mellifera* et *Trigona* sp. et les mouches du genre *Musca* sont les principaux agents pollinisateurs. Ceux-ci varient d'un arbre à l'autre et d'une localité à une autre avec une différence remarquable selon la proximité ou non des arbres par rapport aux habitations. La pollinisation entomophile est favorisée par la présence du disque nectarifère, et les exudats extra floraux. La pollinisation croisée est couplée à l'autopollinisation. Le grand nombre de jeunes fleurs fécondées et de jeunes fruits qui tombent de l'arbre témoigne d'une auto-incompatibilité chez cette espèce. Au cours de la maturation du fruit, il y a perte progressive de la chlorophylle des chloroplastes du fruit, enrichissement en d'autres pigments, convertissement de l'amidon en sucrose et sucres réducteurs à l'origine de la diversité des couleurs et du goût des fruits. *I. gabonensis* fleurit deux fois par an. Les noyaux et fruits murs germent à l'état naturel. La germination commence le 38ème au 53ème jour pour les graines (lot1) contre le 73ème au 92ème jour pour le lot 2 des fruits; ce décalage serait lié au temps de putréfaction de l'épicarpe et du mésocarpe.

## Biologie de reproduction de *Vitex doniana* Sweet (Verbenaceae) au Bénin

V. Adjakidjè<sup>1</sup>, E.B.K. Ewedjè<sup>1</sup>, O. Eyog-Matig<sup>2</sup>, C. Linsoussi<sup>2</sup>, E. Achigan Dako<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Biologie végétale, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

<sup>2</sup> Bioversity International, Cotonou, Bénin

*Vitex doniana* est un fruitier sauvage semi-domestiqué pour ses feuilles et fruits auto-consommés et commercialisés. Le prélèvement des jeunes feuilles pour la préparation de la sauce, la cueillette systématique des fruits, la recherche du bois de feu et l'écobuage constituent des facteurs qui menacent la survie de cette espèce dans son biotope. La présente recherche se rapporte à la biologie de reproduction de l'espèce et ses interactions avec les autres composantes de son écosystème, données indispensables à toute stratégie de conservation de cette ressource phytogénétique dans la zone côtière et guinéo-congolaise du Bénin. L'androcée présente une variabilité dans sa structure et la présence / absence de staminodes avec pour conséquence une influence sur la reproduction. Le rapprochement des caractéristiques agroécologiques des sites d'étude n'a aucun effet sur les types d'agents pollinisateurs dont les plus fréquents sont *Apis mellifera*, *Xylocopa torrida*, *Xylocopa luteola*, *Amegilla* sp. C'est une espèce qui fructifie une fois par an et elle perd ses feuilles en début de saison sèche (décembre-janvier). Les lots 1 de fruits tombés de l'arbre et les lots 2 de noyaux issus de fruits murs germent naturellement après



quatre à six mois; la dureté de l'endocarpe très ligneux de cette espèce explique ce délai mais on peut élever le taux de germination par trempage des semences dans l'eau chaude (Evy, 1995).

## **Agricultural biodiversity in the context of food security in sub-Saharan Africa**

*K. Atta-Krah*

*Bioversity International, sub-Saharan Africa, Nairobi, Kenya*

Agriculture is the backbone of most countries in sub-Saharan Africa (SSA). It accounts for 35% of Gross Domestic Product (GDP), and approximately 70% of employment. The high potential of African agriculture is built on its rich and diverse genetic resources, and natural resources (soils, water, etc.). A large part of Africa's rich biological diversity is found in an equally diverse set of agricultural production systems, ranging from the desert margins to the humid forest regions and from lowlands to highlands. Current levels of agricultural production in SSA are well below the region's demand for food, and the gap between local production and supply is rapidly increasing as the human population increases. This situation is pushing agriculture onto fragile land, forcing farmers to abandon sustainable farming practices, and exposing agricultural biodiversity to increasing levels of threat. This is happening at a time when little is known about the available biological diversity and its distribution, and when not much is being done to improve the way it is used and increase its contribution to human livelihoods. This paper attempts to illustrate the great potential that exists for agricultural development and food security in Africa, if its genetic resources and other natural resources are appropriately managed, conserved and used. The development of local human and infrastructural capacity, especially in biotechnological applications is identified as one of the highest priority needs, to improve the conservation and sustainable utilization of the agricultural biodiversity.

## **Policy and legislation on plant genetic resources: Significance of the Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA)**

*K. Atta-Krah<sup>1</sup>, B. Fraleigh<sup>2</sup>, M. Halewood<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *Bioversity International, sub-Saharan Africa, Nairobi, Kenya*

<sup>2</sup> *United Nations Food and Agriculture Organization*

<sup>3</sup> *Bioversity International, Rome, Italy*

Policy can make or break a country. Government policies are used as the basis for law making in any country, and such laws provide the framework and guidelines within which society is required to function and operate. Policy, therefore, influences and controls what a country is able to achieve within the law. Bad policies can have many negative impacts in the environment and human health. Within the domain of genetic resources, policy is established and operates at local, national and international levels. Countries are required to establish national policies to guide the sustainable use and conservation of their genetic and other natural resources. Countries thus need to take into account local concerns and issues and link them with global and international policies. Policy making at country level requires to be informed by technical knowledge and information and, therefore, requires partnership between scientists and



politicians. In many cases, scientists in Africa involved in genetic resources management, conservation and use, are not adequately conversant with the genetic resource policy issues and developments, and are usually not involved in the processes, leading to ratification of international conventions and policies by their countries. Two principal international agreements and conventions governing genetic resources are the Convention on Biological Diversity (CBD) and the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA). These two agreements and treaties are the subject of this paper. The agreements are introduced and attempts made to show their complementarities, comparative strengths, and the potential that they provide for the sustainable management, conservation and use of genetic resources. The two agreements also deal with access, exchange and benefit-sharing in genetic resources. The paper calls for stronger efforts at country, regional and sub-regional levels, towards genetic resources policy development, and for a stronger partnership between scientists or technicians and government officials in policy making.

## Conservation au champ du niébé et du fabirama au Burkina Faso

*D. Balma*

*Ministère de l'Éducation, Ouagadougou, Burkina Faso*

Les écotypes locaux de niébé collectés à la fin des saisons pluvieuses 2000 et 2001 ont été séparés (pour chaque écotype) en un ou plusieurs composantes selon la couleur du tégument ou de l'œil, la texture ou la taille de la graine. Les mélanges sont plus fréquents quand les cultivars ont la même couleur. De 122 cultivars collectés, 1.4 composante en moyenne a été détectée. Les évaluations en plein champ ont été faites en contre saison et saison pluvieuse. Elles ont révélé que les cultivars appelés "Beng-yaanga" ou "Beng-maasga" sont de long cycle et sensibles à la photo période. Plusieurs caractères agro-morphologiques ont été déterminés et permettent d'opérer des choix judicieux pour des utilisations aux fins de production ou de recherche. La caractérisation moléculaire a été testée en utilisant deux techniques à savoir l'amplification PCR avec des amorces SCAR et la technique AFLP sur un nombre restreint de cultivars. Les profils ont confirmé l'efficacité des deux méthodes pour caractériser les cultivars mais la technique AFLP permet une analyse plus fine. Procédant à un suivi des systèmes de production des semences, il a été constaté qu'en raison de l'étroitesse des méthodes et moyens de conservation des semences au niveau du paysan, celui-ci était obligé de limiter les quantités de semences produites.

## Unlocking genetic diversity in West African cocoa germplasm

*R. Bhattacharjee<sup>1</sup>, M. Kolesnikova-Allen<sup>1</sup>, P. Aikpokpodion<sup>1,2</sup>, S. Opoku<sup>1,3</sup>  
J-C. Motamayor<sup>4</sup>, K. Badaru<sup>2</sup>, Y. Adu-Ampomah<sup>3</sup>, R. Schnell<sup>4</sup>, I. Ingelbrecht<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria*

<sup>2</sup> *Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan, Nigeria*

<sup>3</sup> *Cocoa Research Institute of Ghana, New Tafo, Ghana*

<sup>4</sup> *USDA-ARS, Miami, USA*

Cocoa powder, used to manufacture chocolate, is obtained from the beans of cocoa tree, *Theobroma cacao* L. It is principally grown in West Africa, Central and South America and Asia. Among West African countries, Cameroon, Cote d'Ivoire, Ghana and Nigeria contribute more than 70% of world cocoa production (2.9 million metric tonnes). Ever since the first introduction of cocoa in West Africa during the eighteenth century, several germplasm belonging to lower and upper Amazon Forastero, Trinitario and Criollo have been cultivated. Many hybrids have

also developed from these populations in farmers' fields. Consequently, in both field gene banks and farmers' fields, a wide range of genetic diversity that could be exploited for improving yield, quality of end products and resistance or tolerance to various constraints is expected. However, little information is available on the range of genetic diversity present in these populations.

Cocoa, being a smallholder's enterprise, is indispensable to the economy of West African farmers and is critical to the profitability of the chocolate industry in the developed countries. However, studies in Latin America showed that the cocoa germplasm collection received limited use in breeding programmes, resulting in narrow genetic base and breakdown of various diseases like witch's broom. Therefore, there was need to characterize the West African cocoa germplasm, owing to its contribution to world's production and also breakdown of various constraints. This study was aimed at unlocking the degree and distribution of genetic diversity present in these West African populations using molecular markers (SSRs). This will also solve the problem of misidentification or duplication in cocoa germplasm collections.

The preliminary study was carried out with a subset of Nigerian germplasm accessions (325 accessions) representing Cross River State. The germplasm was collected from a field gene bank (representing breeder's germplasm collection) and farmers' fields (farmer's collection) using farmers' participatory approach. The accessions were genotypically characterized by eight SSR markers. The results showed that the genetic distance ranged from 0.015 to 0.698 with a mean of 0.356 between the accessions studied. The UPGMA clustering on the genetic distance produced two distinct clusters at a dissimilarity index of 0.45. All the accessions from farmers' fields clustered together depicting narrow genetic base in germplasm collection. However, the field genebank accession (AMAZ), with high genetic diversity, clustered separately indicating that this germplasm remained unutilized in breeding programmes and, therefore, may serve as a potential source of resistance or tolerance to various constraints in the sub-region.

The results from this small set of data showed that collections maintained in farmers' fields in this sub-region has narrow genetic base and that less genetic diversity maintained in field genebank collections has been exploited. This could be attributed to farmers' continuous use of their own trees for further plantings and regeneration of plantations, rather than materials from research stations. There is, therefore, the need to broaden the genetic base of farmers' populations by introducing underutilized germplasm from field gene banks into their fields and save the crop from succumbing to various biotic and abiotic stresses.

## **Problématique de développement des activités du programme ressources phylogénétiques en Guinée**

*M.L.D. Doumbouya*

*Institut de Recherches Agricoles de la Guinée, Guinée*

La Guinée recèle d'une gamme variée de ressources génétiques, certaines font l'objet de culture, d'autres sont encore à l'état sauvage. Ces ressources génétiques qui constituent l'une des sources les plus fondamentales et les plus indispensables à la vie des populations guinéennes sont non seulement à majorité mal connues et potentiellement inexploitées, mais aussi gravement menacées de disparition. Les connaissances traditionnelles sur les plantes mineures qui sont à la base de l'amélioration du niveau de vie des populations autochtones disparaissent avec les vieilles générations détentrices du savoir et du savoir-faire. Dans le but de faciliter la gestion, la protection, l'accès aux ressources phylogénétiques et les sources de données y afférentes existantes dans les Institutions nationales intéressées, le gouvernement guinéen a mandaté: 1) l'IRAG à créer une banque de gène à l'échelle nationale et mené des activités de recherche y

afférentes à travers ses différents Centres de recherche localisés dans les quatre zones écologiques du pays; 2) la Direction nationale des forêts à coordonner les activités relatives aux ressources génétiques forestières.

Dans l'ensemble, la conservation des ressources génétiques forestières dans notre pays se fait à travers les reboisements, la conservation *in situ*, la conservation *ex situ* et l'amélioration génétique. Quant aux ressources génétiques qui font l'objet de culture, celles-ci sont conservées dans les collectes actives des Centres de Recherche Agronomique de l'IRAG et dans la banque de gènes du Centre leader du programme conservation des ressources phytogénétiques. Elles sont utilisées à diverses fins: alimentations humaines et animales, médecine.

## **Reaction of some African and Asian rice genetic resources material to *Sarocladium attenuatum* causing grain discoloration under tropical upland dryland conditions**

N.G. Ngala <sup>1</sup>, M.O. Adeniji <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Bamenda University of Science & Tech. (BUST), Cameroon

<sup>2</sup> Department of Crop Protection and Environmental Biology, Faculty of Agriculture & Forestry, University of Ibadan, Nigeria

Rice reminds most people of the Asian civilization, but it is also African. Tropical *Oryza glaberrima* (TOG) was domesticated 3000 years ago in West Africa. Rice is in great demand today as a staple food in Africa, but production levels are very low and affected by rice diseases and pests unique to Africa with only a few people researching on these problems. Research should, therefore, focus these problems since the potential for increased yields is good. The dirty panicle causing grain sterility and poor milling is one of the serious problems on African and Asian rice, and *Sarocladium attenuatum* is the major pathogen. It was interesting to screen the TOG and TOS germplasm from different African countries for resistance to this fungus. At the 50% flowering stage panicles of the test and control plants were inoculated by spraying with the pathogen ( $3.75 \times 10^8$  conidia/ml) and sterile distilled water respectively from a De Vilbiss No. 15 sprayer. Disease symptoms developed within 6 to 12 days and were rated 4 times on the scale 1 to 5. Based on an established standard curve and the resistance levels defined by it, 21.4% of the 89 TOG varieties tested gave resistant, 60.7% moderately resistant, and 17.9% susceptible reactions. The 69 TOS varieties tested gave 23.2%, 30.5% and 46.3% respectively. In general most TOS gave a susceptible reaction while most TOG gave a resistant reaction to *S. attenuatum* attack. Breeding work should look for resistance to the TOS. The TOG presents a promising source of germplasm for resistance to this syndrome and should be maintained, and their production and genetic diversity increased.

## **The SADC Plant Genetic Resources Centre: Structure, elements of success and lessons learnt**

C.N. Nkhoma

Plant Genetic Resources Centre (SPGRC), SADC, Lusaka, Zambia

The Southern African Development Community (SADC) consists of 14 countries. The region has a diversity of wild and cultivated plant species. Due to deforestation, land degradation, selection and breeding, the SADC region has experienced erosion of plant genetic resources (PGR). The SADC Plant Genetic Resources Centre (SPGRC) was established in 1989 to

coordinate conservation and use of PGR in the region through a network of National Plant Genetic Resources Centres (NPGRC) and to hold the base collection of all countries of the region.

## **The role of sucrose and mannitol in improving desiccation tolerance of *in vitro*-grown *Soleostemon rotundifolius* explants**

M.D. Quain<sup>1</sup>, P. Berjak<sup>2</sup>, E. Acheampong<sup>1</sup>, J. Kioko,<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> University of Legon, Accra, Ghana

<sup>2</sup> Plant Cell Biology Research Unit, School of Life and Environmental Sciences, University of KwaZulu-Natal, Durban, South Africa

*Soleostemon rotundifolius*, also known as Frafra potato, is a vegetatively propagated famine crop that also has medicinal properties. With the increasing threat of desertification, Frafra potato is one of the crops that stand the risk of extinction. Currently the plant is conserved via *in vitro* slow growth cultures, but this is hampered by the relatively rapid growth of the species in culture. Moreover, attempts of cryopreservation are thwarted by the high water content (about 19 g H<sub>2</sub>O per g dry wt) of the explants obtained from *in vitro* cultures, accompanied by a high sensitivity to desiccation. The study investigates the role of sucrose and mannitol in improving the tolerance of explants of *S. rotundifolius* to desiccation. Nodal cuttings of *in vitro* grown cultures were pre-grown on Murashige and Skoog's (MS) medium supplemented with 0.1 M mannitol or 0.1 M sucrose for three weeks. Individual buds pre-cultured on MS medium supplemented with 0.1 and 0.3 M sucrose or mannitol (0.1 and 0.3 M) with 2% sucrose and for 24 to 72 hours. Explants were then dehydrated on activated silica gel for 60, 90 and 120 minutes and the ultra structure and *in vitro* performance assessed.

## **Utilization of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. genetic resources: Use of adapted landrace in the development of hybrid for the Sahelian zone of West Africa**

S.B. Siaka

Université de Niamey, Niamey, Niger

Pearl millet is grown principally for grain in the Sahelian zone of West Africa, with an annual rainfall ranging from 300 to 700 mm. In this region, unpredictable drought and low soil fertility result low grain yield ranging from 0.3 to 0.5t ha<sup>-1</sup>.

The variability in genetic resources and the effectiveness of its exploitation determines the potential and adaptation of future cultivars. The local landraces, through generations of exposure to farming environment, have developed good levels of tolerance to abiotic and biotic stress. However, these landraces do not exhibit grain yield potential and possess downy mildew resistance, but farmers continue to grow them because of their adaptive and quality traits.

Recent research suggests that the most effective method to produce improved cultivars for these regions is to combine the adaptive and quality traits of the landrace cultivars with the higher yield potential and better downy mildew resistance of improved breeding materials.

In Niger, evaluation of topcross hybrids developed using landraces indicated that such hybrids have higher grain yield potential, and better diseases resistance than their landrace parents. These hybrids retain farmer-preferred plant trait and adaptive traits of landraces. However, these hybrids developed from landraces mature earlier (7 to 10 days) than their corresponding landrace cultivars with incomplete male fertility restoration.

ICRISAT in partnership with Bioversity, IRD and national programmes have collected and classified a great number of cultivated and wild forms of pearl millet. Pearl millet variability occurs for all characters of interest to breeders. Based on experiences gained thus far, options for producing hybrids, incorporation of landraces genetic background into new sterile cytoplasm, development of landrace-based pollinators for exploiting heterosis are discussed.

Key words: Pearl millet (*Pennisetum glaucum*), hybrid, and local landraces.

## Effects of silica gel, sun drying and storage conditions on viability of Egusi seeds (Cucurbitaceae)

R.S. Vodouhe<sup>1</sup>; E. Achigan Dako<sup>1</sup>, M.E. Dulloo<sup>2</sup>, A. Koukè<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bioversity International<sup>30</sup>, Cotonou, Benin

<sup>1</sup> Bioversity International, Rome, Italy

<sup>3</sup> Centre Régional de Recherches Agricoles de Niaouli (INRAB/Benin), Cotonou, Benin

The conservation of oily seeds in clay pots was compared to the conventional conservation in the cold room at the Agricultural Research Centre of South Benin (Niaouli) after sun-drying and also drying with silica gel. Seeds of four varieties belonging to three species of Egusi, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis edulis* and *Citrullus lanatus* (Cucurbitaceae) had been dried previously under the sun and the silica gel following three ratios. The viability of seeds was immediately tested after drying and after three, nine and twelve months of storage in clay pots and in the cold room. According to the results, the drying with the silica gel allowed the reduction of seeds' moisture content significantly, but the results of sun-drying was also acceptable. *C. lanatus* tolerates low moisture content (3,6%) and is likely to be stored at low temperature (10°C) and ambient temperature (25-27°C). However, a water content of less than 5% implied losses of viability in *C. edulis* when stored in the cold room; the storage in clay pots having given 76 to 95% germination. In *L. siceraria* seed behaviour varies according to the variety. *L. siceraria* cv. Grande gourde did not support the storage in cold room with moisture content below 7%. *L. siceraria* cv. Petite gourde did not show a particular sensitivity to the different drying and storage procedures. The percentage of germination after drying and storage was comparable to the initial germination percentage.



## Reflection on regional collaboration in WCA: Workshop module and important plenary discussion

This session consisted of three working groups, and several plenary discussions. The first working group session focused on developing national programmes. Three working groups defined mechanisms and approaches for strengthening country plant genetic resources (PGR) programmes. Two of the three groups focused on PGR, while the third group focused on forest and tree genetic resources.

The second round of working group sessions assessed PGR management and guidelines in sub-regions. The objective here was to review networking operations in the context of GRENEWCA, and to agree on guidelines and plans (including workplan) for the future. There were two groups in this session: One group focused on **structure and organization**, while the second group worked on the **content and programmes** for the sub-regional network.

The third working group session focused on how the sub-region could be linked to and benefit from relevant global initiatives in PGR. The two specific initiatives that were the subject of analysis were the Global Crop Diversity Trust (GCDDT) and the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI). Two working groups assessed these two initiatives and came up with mechanisms and a roadmap for linking the sub-region to the initiatives.

### Concluding plenary discussions

In a major cross-cutting discussion during plenary, several fundamental issues were raised and key decisions made for guiding operations into the future. The key conclusions from this discussion are discussed below.

- It was recognized that some countries have made progress in establishing national programmes on PGR conservation and use. However, there was general consensus that the state of gene banks and PGR programmes in the sub-region was generally weak, and action, as a matter of priority and urgency, needs to be taken.
- The capacity and likelihood of individual countries' ability to solve the problem independently by establishing country gene banks and programmes, was seen to be low. Only few countries in the region were making major investments in this direction; there was need for intensified regional action and multi-country collaboration.
- A concept of nodal centres of excellence (NCEs) for conservation and use in particular crop types was agreed on as the framework for regional collaboration. Such nodal centres could be established by strengthening particular country gene banks or PGR facilities to play regional roles and responsibilities. CGIAR gene banks in the sub-region were also identified to play enhanced roles for keeping regional collections.
- The Global Crop Diversity Trust and the Genetic Resources Policy Initiative were identified as two initiatives that could support the sub-region to advance the course of strengthening PGR conservation and also use and policy frameworks.
- Implementation of the regional programme and actions were recommended to be undertaken in the framework of CORAF. Assistance is required from Bioversity, FAO, other CGIAR centres, and international centres with PGR operations in the sub-region.
- A Conference Declaration and Communiqué was issued at the end of the conference. This would be submitted to CORAF, and would form the basis, along with the conference report, for further action by CORAF, Bioversity, FAO and other partners in implementing follow-up activities in relation to the conference conclusions and recommendations.

Conference declaration and communiqué

## CONFERENCE DECLARATION AND COMMUNIQUÉ

**IITA, Ibadan, Nigeria. 26 – 30 April, 2004**

### Preamble

1. **Whereas** the Conference on Plant Genetic Resources and Food Security for West and Central Africa, was organized under the auspices of the West and Central African Council for Agricultural Research and Development (CORAF/WECARD), in partnership with the following institutions:
  - Bioversity International <sup>31</sup>
  - International Institute for Tropical Agriculture (IITA)
  - Genetic Resources Policy Initiative (GRPI)
  - West African Rice development Association (WARDA),
  - International Crops Research Institute for Semi Arid Tropics (ICRISAT)
  - Desert Margins Programme (DMP)
  - World Agroforestry Centre (ICRAF),
  - The Systemwide Genetic Resources Programme (SGRP),
  - Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the
  - National Centre for Genetic Resources and Biotechnology (NACGRAB), Nigeria
  - Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA)
2. **And whereas** various institutions and stakeholders, drawn from national agriculture and forestry research institutions, universities, non-governmental organizations (NGOs), International Agricultural Research Centres (IARCs), Advanced Research Institutions (ARIs) and government ministries, attended the above mentioned conference, and,
3. With representation from 15 countries in the sub-region, as follows: Benin, Burkina Faso, Cameroon, Cote d'Ivoire, Congo, Gabon, Ghana, Guinea, Mali, Niger, Nigeria, Senegal, Sierra Leone, and Togo.
4. **Recognizing that the main goal of this conference was to enable assessment of the state of regional collaboration in plant genetic resources conservation and management in the West and Central Africa region, and explore mechanisms for improvement,**
5. **In consequence, participants attending the Regional PGR Conference, arrived at conclusions and recommendations, spelt out through the following Declaration:**

### We the conference participants,

6. *Convinced* of the special value of plant genetic resources for food and agriculture, in contributing towards food and nutritional security, environmental health and for economic and ecosystem maintenance in the sub-region;
7. *Acknowledging* that the collection and conservation of plant genetic resources are essential for purposes of crop improvement through breeding and biotechnology, and for sustainable agricultural development for present and future generations;
8. **Aware also**, that issues of plant genetic resources conservation and sustainable use cut across all countries in the sub-region, and that some efforts, to differing degrees, are being made by countries in promoting conservation and sustainable use of genetic resources;
9. *Concerned, however*, that gene banking capacities, both in terms of physical and human resources in various countries in the sub-region is generally low, and that only very few countries in the sub-region, are able to make significant commitments towards supporting research, conservation and use of genetic resources;
10. **Concerned further** that genetic resources are consequently being lost (from fields, on farms, and in gene banks) at a fast rate through genetic erosion and through lack of

- appropriate policies, regulatory instruments, and resources, and that countries of the sub-region are not benefiting optimally, from their rich and diverse genetic resources;
11. **Acknowledging**, that regional collaboration in genetic resources among countries in the sub-region has been generally weak, and that there are great opportunities for enhancing conservation and sustainable use of genetic resources through regional collaboration and regional projects, drawing countries in the sub-region to work together in the conservation and use of genetic resources,
  12. *Aware* that a number of international conventions and treaties on genetic resources (*viz*, *the Convention on Biological Diversity, the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, etc*) that have been ratified by several African countries, call for sustained country efforts and for collaboration among countries in the conservation and sustainable use of genetic resources;
  13. **Aware also** that such is reflected in the priorities of NEPAD, FARA, ECOWAS, CEMAC and other regional and sub-regional blocks in Africa;
  14. **Now therefore** call upon CORAF/WECARD, to intensify processes that will lead to strengthening collaboration across countries in the sub-region, in the area of genetic resources conservation, sustainable use and policies, and consequently,

**Do resolve as follows:**

15. CORAF/WECARD be requested to play a strong advocacy role in championing the cause of genetic resources in the sub-region, and to bring the importance and urgency of genetic resources management, conservation and use to the highest level of political structure in the sub-region, in partnership with relevant national and international organizations,
16. In the above regard CORAF/WECARD will seek full partnership of ECOWAS, CEMAC, and other economic and political groupings within the sub-region, and seek for inter-governmental dialogue and deliberations on issues touching on genetic resources.
17. The Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA) should be Strengthened, Facilitated and Empowered, to play a lead support and coordination role in regional networking and collaboration in genetic resources in the sub-region, and to link efforts of countries and networks operating on genetic resources within the sub-region.
18. CORAF/WECARD is called upon to initiate processes towards the establishment of nodal Centres of Excellence (CoEs) for gene banking in priority species and collections of the sub-region. These gene banking nodes will be based on existing national gene banks, and their selection will be dependent on offers and proposals to be received from countries.
19. CGIAR institutions operating in the sub-region and having gene banks (IITA, ICRISAT, and WARDA) , should be requested to make their gene bank facilities available for keeping regional collections, and to play stronger roles in supporting conservation and curation of germplasm of the sub-region, as duplicate samples for long-term conservation.
20. There is a need for strengthening and institutionalizing the concept of National (Plant) Genetic Resources Programme, involving the relevant stakeholders in countries. The national programme will have the following key elements:
  - a. An identified national Focal Institution
  - b. A National Plant Genetic Resources Committee
  - c. A national Strategic Plan for plant genetic resources conservation and use
  - d. A coordination mechanism
  - e. Allocated funding coordination and networking.
21. In this regard, CORAF/WECARD is called upon to write to all member countries (NARS Directors) stressing the importance of coordination and collaboration in genetic resources matters, across sectors, institutions and disciplines, and advocating for a coordinated approach to national programme development at country level to be institutionalized and supported, as a first step in strengthening regional capacities in the sub-region.

22. Existing global initiatives and programmes, such as the:
  - a. State of the World Report on Conservation and Use of PGRFA
  - b. The Global Plan of Action
  - c. The Global Crop Diversity Trust
  - d. Genetic Resources Policy Initiative, and the
  - e. International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture,

do offer opportunities and resources (financial and/or technical) to Country Programmes towards the conservation and sustainable use of genetic resources, and efforts should be made to explore links with such programmes.

23. CORAF/WECARD should seek partnership and collaboration from relevant international organizations, notably Bioversity International, other CGIAR centres with genetic resources programmes and gene banks in the sub-region, and the Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), for technical and financial support in the implementation of the programme of GRENEWUCA, and in supporting national and sub-regional programme development in genetic resources in the sub-region.
24. Efforts should also be made to seek collaboration and partnerships with other international and regional networks and programmes from other regions of the world, towards strengthening PGR conservation and capacity building in West and Central Africa.

***Developed and Concluded this Thirtieth Day of April, 2004,  
at IITA, Ibadan, Nigeria***

***Signed, on Behalf of Conference Participants:***

---

**CORAF/WECARD**

**Bioversity**

**IITA**

## Annex: List of participants

**Benin****Achille Ephrem Assogbadjo**

Agronomical Engineer and Forester, Laboratory of Applied Ecology, Faculty of Agronomic Sciences, UAC-Benin, 05 BP 1752, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 055 975  
 Fax: (229) 303 084  
 Email: assogbadjo@yahoo.fr

**Carol Moudachirou**

06 BP 1633, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 334 049  
 Fax: (229) 334 049  
 Email: cmouda@numibia.net

**Djima Aly**

Ingenieur Agronome, Institut National des Recherches Agricoles (INRAB), BP 03, Attogon, Benin  
 Tel: (229) 371 150/067 763  
 Email: aldjim5@yahoo.fr

**Enoch G. Achigan Dako**

GRENEWECA/Bioversity, 08 BP 0932, Bioversity-Benin  
 Tel: (229) 35 01 88 Ext. 283  
 Fax: (229) 35 05 56  
 Email: edako@cgiar.org or dachigan@yahoo.fr.

**Mohammed Nassser Baco**

Institut National des Recherches Agricoles du Benin (INRAB) BP 27 Parakou, Benin.  
 Tel: (229) 047 180  
 Fax: (229) 610 056  
 Email: nasserbaco@yahoo.fr

**Oscar Eyog-Matig**

SAFORGEN Programme Coordinator, Bioversity, c/o IITA, 08 BP 0932, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 350 188  
 Fax: (229) 350 556  
 Email: o.eyog-matig@cgiar.org

**Oscar Hounvou**

s/c Hounvou Patricia, 08 BP 0932, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 30 86 05  
 Fax: (229) 350 556  
 Email: hounvou@yahoo.com

**Raymond Vodouhe**

Coordinator, GRENEWECA, Bioversity-WCA, c/o IITA-Benin Research Station, 08 BP 0932, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 350 188  
 Fax: (229) 350 556  
 Email: r.vodouhe@cgiar.org

**Victor Adjakidje**

Universite du Benin, Faculte de Science et Technique, 01 BP 1470, Porto Novo, Benin  
 Tel: (229) 222 629/923 575  
 Fax:£(229) 303 084  
 Email: vadjakidje@yahoo.fr / adjakvic@yahoo.fr

**Vincent Joseph Mama**

Institut National des Recherches Agricoles du Benin (INRAB) 06 BP 1105, Cotonou, Benin  
 Tel: (229) 335 583/916 249  
 Fax: (229) 334 042  
 Email: mamvincent@yahoo.com

**Burkina Faso****Damas Poda**

CNSF, Burkina Faso  
 Tel: (226) 356 111  
 Fax: (226)-356-1100  
 Email: damaspoda@hotmail.com

**Didier Balma**

Directeur de la Recherche Scientifique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso  
 Tel: (226) 308 269/247 360  
 Fax: (226) 315 003  
 Email: dbal@fasonet.bf

**Drabo Issa**

Cowpea Breeder INERA/CRREA-Centre Saria 01 BP: 10 Koudougou 01, Burkina Faso  
 Tel: (226) 446 510  
 Fax: (226) 446 508  
 Email: idrabo@yahoo.fr

**Hamidou Boly**

Director, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso  
 Tel: (226) 347 112/340 270  
 Fax: (226) 340 271  
 Email: inera.direction@fasonet.bf



**Sina Sibidou**

Researcher, Chief of Research Department, Centre National de Semences Forestieres (CNSF), 01 BP 2682 Ouagadougou, Burkina Faso  
 Tel: (226) 358 013/356 111/ 258 574  
 Fax: (226) 356 1100  
 Email: sibsina@hotmail.com

**Cameroon****George Ndzi Ngala**

Head, Biology Department, Bamenda University of Science and Technology (BUST) PO Box 5135, Bamenda Nkwen, Mezam Div. North West Province, Cameroon  
 Tel: (237) 765 88 72  
 Email: gnngala@yahoo.com

**Joseph Kengue**

IRAD, P O Box 2067, Yaounde, Cameroon  
 Tel: (237) 991 38 36  
 Fax: (237) 223 74 40  
 Email: jkengue2002@yahoo.fr

**Lilian Munyah Nfor**

Ministry of Environment and Forestry, PO Box 7548, Yaounde, Mfoundi Division, Cameroon  
 Tel: (237) 743 11 75  
 Fax: (237) 221 61 21  
 Email: liliannfor@yahoo.com

**Peter N. Mbile**

World Agroforestry Centre (ICRAF), BP 2067, Yaounde, Cameroon  
 Tel: (237) 223 75 60  
 Fax: (237) 223 74 40  
 Email: p.mbile@cgiar.org

**Zac Tchoundjeu**

World Agroforestry Centre (ICRAF), BP 2067, Yaounde, Cameroon  
 Tel: (237) 223 75 60  
 Fax: (237) 223 74 40  
 Email: z.tchoundjeu@cgiar.org

**Ekow Akyeampong**

Regional Coordinator for West and Central Africa, INIBAP, 110 Rue Dinde Bonanjo BP 12438, Douala, Cameroon  
 Tel: (237) 342 9156/770 1572  
 Fax: (237) 342 9156  
 Email: inibap@camnet.cm; eakyeampong@hotmail.com

**Joseph Mabanza**

CERAG/DGRST  
 Tel: (242) 661 2207  
 Email: jmabanza2002@yahoo.fr

**Robert Guei Gouant**

Head, Genetic Resources Unit, WARDA, 01 BP 4029, Cote d'Ivoire  
 Tel: (275) 2241 0606  
 Fax: (275) 2241 1807  
 Email: r.guei@cgiar.org

**Côte D'Ivoire****Christophe Kouame**

Scientific Coordinator, CNRA, 08 BP 33 Abidjan 08, Cote d'Ivoire  
 Tel: (225) 224 428 58  
 Fax: (225) 224 421 08  
 Email: abj.cnra@aviso.ci

**France****Jean-Louis Pham**

Geneticist, Institut de recherche pour le developpement, BP 64501, 34394, Montpellier Cedex 5, France  
 Tel:“(33) 467 41 62 45  
 Fax: (33) 467 41 62 22  
 Email: pham@mpl.ird.fr

**Ghana****Daniel Aninagyei Ofori**

Forestry Research Institute of Ghana, University PO Box 63, Kumasi, Ghana  
 Tel: (233) 516 01 23/ Mobile: (233) 244 85 43 85  
 Fax: (233) 516 01 21  
 Email: dofori@forig.org

**Edwin Gyasi**

University of Ghana, Dept. of Geography and Resource, Legon, Accra, Ghana  
 Tel: (233) 21 500 382  
 Fax: (233) 21 500 382  
 Email: edgplec@africaonline.com.gh

**Hans Adu-Dapaah**

Crops Research Institute, PO Box 3785, Kumasi, Ghana  
 Tel: (233) 51 60391/51 60396  
 Fax: (233) 5160142  
 Email: hadapaah@crpsresearch.org

**Lawrence Aboagye Misa**

Plant Genetic Resources Centre, PO Box 7, Bunso, Ghana  
 Tel: (223) 275 401 24/ (223) 812 41 38  
 Email: pgrcsir@yahoo.com

**Marian Dorcas Quain**

Department of Botany, University of Ghana, Legon, PO Box 30280, Kia Accra, Ghana

Tel: (233) 215 140 56/ (233) 244 526 015  
 Fax: (233) 2150 07 92  
 Email: marianquain@hotmail.com

#### **Norbert Maroya**

Coordinator of IITA/GTZ/WASNET, PO Box  
 9698, KIA, Accra, Ghana  
 Tel: (233) 21 780 714  
 Fax: (233) 21 780 714  
 Email: n.maroya@cgiar.org/  
 m.maroya@coraf.org

#### **Samuel Odei Bennett-Lartey**

Plant Genetic Resources Centre (PGRC), PO Box  
 7, Bunso, Eastern Region, Ghana  
 Tel: (233) 275 401 24/ / 812 41 38  
 Email: sblartey@yahoo.com

#### **Walter S. Alhassan**

WCA Coordinator, ABSPII and PBS, IITA, FARA  
 Secretariat, PMB CT 173, Cantonments, Accra,  
 Ghana  
 Tel: (233) 20 814 66 68  
 Fax:“(233) 21 77 36 76  
 Email: walhassan@fara-africa.org

### **Guinea**

#### **Mohamed Lamine Dialakoro Doumbouya**

Chef Programme Ressources Phyto genetiques,  
 Institut de Recherche Agronomique de  
 Guinee, BP 1523, Conakry  
 Tel: (224) 269 131  
 Email: iragdg@irag.org.gn

#### **Thierno Alimou Diallo**

Chef Programme Fonio, Institut de Recherche  
 Agronomique de Guinee, BP 1523, Conakry  
 Tel: (224) 269 131  
 Email: iragdg@irag.org.gn

### **Italy**

#### **Brad Fraleigh**

Senior Officer, Seed and Plant Genetic  
 Resources Service, Food and Agriculture  
 Organization (FAO), via delle Terme di  
 Caracalla, 00100 Rome, Italy  
 Tel: (39) 06 5705 3675  
 Fax: (39) 06 5705 6347  
 Email: brad.fraleigh@fao.org

#### **Jane Toll**

Coordinator, CGIAR System-wide Genetic  
 Resources Programme (SGRP), SGRP  
 Secretariat, c/o Bioversity International, Via  
 dei Tre Denari 472/a, 00057 Maccarese  
 (Fiumicino), Italy

Tel: (39) 066 11 8225  
 Fax: (39) 066 19 79 661  
 Email: j.toll@cgiar.org

### **Kenya**

#### **Jaime Estrella**

GRPI Coordinator, Bioversity International, c/o  
 ICRAF, PO Box 30677-00100, Kenya  
 Tel: (254) 20 524516  
 Fax: (254) 20 524501  
 Email: j.estrella@cgiar.org

#### **Josephine Osea**

Programme Assistant to the Regional Director,  
 Bioversity International, c/o ICRAF, PO Box  
 30677, Nairobi, Kenya  
 Tel: (254) 20 524 508  
 Fax: (254) 20 524 501  
 Email: j.osea@cgiar.org

#### **Kameswara Rao Nanduri**

Bioversity International, c/o ICRAF, PO Box  
 30677, Nairobi, Kenya  
 Tel: (254) 20 524 511  
 Fax: (254) 20 524 501  
 Email: n.k.rao@cgiar.org

#### **Kent Nnadozie**

Director, Southern Environmental &  
 Agricultural Policy Reserch Institute (SEAPRI-  
 ICIPE), International Centre for Insect  
 Physiology & Ecology (ICIPE), PO Box 30772,  
 Nairobi, Kenya  
 Tel: (254) 20 861 680  
 Fax: (254) 20 860 110  
 Email: knnadozie@icipe.org

#### **Kwesi Atta-Krah**

Regional Director, Bioversity, c/o ICRAF, PO  
 Box 30677, Nairobi, Kenya  
 Tel: (254) 20 524 507  
 Fax: (254) 20 524 501  
 Email: k.atta-krah@cgiar.org

### **Mali**

#### **Amadou Sidibe**

Institut d'Economie Rurale, URG/IER BP 258,  
 Avenue MohamedV, Bamako, Mali  
 Tel: (223) 222 52 15/ Cell: (223) 674 93 81  
 Fax: (223) 222 37 75/55 73  
 Email: sidibea20@yahoo.fr

#### **Bonny Ntare**

Principal Scientist/Country Representative,  
 ICRISAT, BP 320, Bamako, Mali  
 Tel: (223) 222 3375

Fax: (223)222 8683  
Email: b.ntare@cgiar.org

#### **Haby Sanou**

Institut d'Economie Rurale, URG/IER, BP 258,  
IER Bamako Programme Ressources  
Forestieres Sotuba, Bamako, Mali  
Tel: (223) 224 64 28  
Fax: (223) 223 37 75  
Email: haby.sanou@ier.ml/  
habysanou@yahoo.fr

#### **Ousmane Mamadou**

Charge Programme, Association des Conseillers  
Agricoles du Sahel (ACAS) BP 226, Gao, Mali  
Tel: (223) 282 07 62  
Email: ousmane @ afribone.net.ml  
abaousmane@yahoo.fr

#### **Sidi Sanyang**

ROCARIZ Coordinator, The African Rice Center  
(WARDA) c/o ICRISAT, Mali, PMB 320,  
Bamako, Mali  
Tel: (223) 222 33 75  
Fax: (223) 222 86 83  
Email: s.sanyang@cgiar.org

### **Niger**

#### **Amadou Tougiani Abasse**

Institut National de Recherches Agronomique  
du Niger (INRAN), INRAN/CERRA/Maradi  
BP 240, Niger  
Tel: (227) 725 389/ Cel. (227) 970 886  
Email: sareli@intnet.ne or inran@intnet.ne

#### **Dan-jimo Baina**

Ingenieur d'agriculture, chercheur, Institut  
National des Recherches Agronomiques du  
Niger (INRAN) BP 429, Niamey, Niger  
Tel: (227) 725 389/994 293  
Fax: s/c (227) 734 329  
Email: danjimo\_baina@yahoo.fr inran@intnet.ne

#### **Gilles Bezancon**

Geneticist, Institut de recherche pour le  
developpement, BP 11416 Niamey, Niger  
Tel: (227) 75 38 27  
Fax: (227) 75 20 54/ (227) 75 28 04  
Email: bezancon@ird.ne

#### **Mahamadou Gandah**

Scientific Director, National DMP Coordinator,  
INRAN, BP 429, Niamey, Niger  
Tel: (227) 725 389/923 728/ / 896 251  
Fax: (227) 725 389  
Email: inran@intnet.ne or d.habi@lycos.com

#### **Ramadjita Tabo**

Principal Scientist (Agronomy and Regional  
Coordinator (West and Central Africa) Desert  
Margins Program (DMP), ICRISAT, B.P. 12404,  
Niamey, Niger  
Tel: (227)722 626/752 935  
Fax: (227)734 329  
Email: r.tabo@cgiar.org

#### **Siaka Sogoba Boureima**

Pearl Miller Breeder, Universit of Niamey, S/C  
Lankoande, Millet Breeding Program,  
ICRISAT-Niamey, BP 12404, Niger  
Tel: (227) 806 087  
Fax: (227) 734 329  
Email: siakaboureima@yahoo.fr

### **Nigeria**

#### **Adeniran Adejuwon**

Director, Federal Ministry of Science and  
Technology, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 803 315 3479

#### **Alice Babalola**

Genebank, International Institute of Tropical  
Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: a.babalola@cgiar.org

#### **Babajide Odu**

Genebank, International Institute of Tropical  
Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: b.odu@cgiar.org

#### **Bukola Busari**

Public Affairs Assistant, International Institute  
of Tropical Agriculture, PMB 5320, Ibadan,  
Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: b.busari@cgiar.org

#### **Christian Fatokun**

International Institute of Tropical Agriculture,  
PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: c.fatokun@cgiar.org

#### **David Olajide Ladipo**

CENRAD, 5 Akinola Maja Avenue, Jericho,  
Ibadan, Oyo State, Nigeria  
Tel: (234) 804 418 2738/ (234) 802 324 7428  
Fax: (234) 2 2413839

Email: cenrad@ibadan.skannet.com

**Emeka Omaliko**

National Biotechnology Development Agency,  
Arthur Unegbe Street, Area II, Garki, Abuja,  
Nigeria (Former CAC Building) PMB 5118,  
Wuse, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 09 671 5691 - 2 (234) 80 3703 0961  
Email: cpeomaliko@yahoo.com

**Emmanuel Kwon-Ndung**

National Cereals Research Institute, Badeggi,  
PMB 08, Bida, Niger State  
Tel: (234) 066 460 478  
Email: kwon\_ndung@yahoo.com

**Prof. Iya Abubakar**

Chairman, Senate Committee on Science and  
Technology, Abuja, Nigeria

**Francis Ogbe**

National Root Crops Research Institute,  
Umudike, PMB 7006, Abia, Nigeria  
Tel: (234) 803 424 0778  
Email: francisogbe@yahoo.com  
f.ogbe@cgiar.org

**Hon. Adegoke**

Chairman, House Committee on Science and  
Technology, Abuja, Nigeria

**Jackie Hughes**

Virologist, International Institute of Tropical  
Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: j.hughes@cgiar.org

**Julius Olaoye Faluyi**

Department of Botany, Obafemi Awolowo  
University, Osun State, Nigeria  
Tel: (234) 80 3725 0857  
Email: jfaluyi@oauife.edu.ng  
jfaluyi@yahoo.com

**Koffi Simplicite Kouassi**

Ingenieur Agronome, Geneticien, Centre  
National de Recherche Agronomique  
(CNRA) 01 BP 1740 Abidjan 01/01 BP 1536  
Abidjan 01, Nigeria  
Tel: (225) 234 541 76 / / 078 569 76  
Fax: (225) 234 724 11  
Email: cnra@avisoci.ci or sahyallet@yahoo.fr

**Maria Kolesnikova-Allen**

Biotechnology Lab.,  
International Institute of Tropical  
Agriculture, PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626

Fax: (234) 241 2221

Email: m.kolesnikova-allen@cgiar.org

**Matthew Dore**

Director, Federal Ministry of Environment, PMB  
468, Garki, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 802 336 7704  
Fax: (234) 9 523 4119  
Email: mpo\_dore@yahoo.com

**Michael Bassey**

Regional Representative, ILRI, c/o IITA, PMB  
5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: m.bassey@cgiar.org

**Michael Olanrewaju**

Assistant Manager, I. House, International  
Institute of Tropical Agriculture, PMB 5320,  
Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: m.olanrewaju@cgiar.org

**Mondu B. Sarumi**

Director / CEO, National Centre for Genetic  
Resources and Biotechnology, Moor  
Plantation, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 2 2312 601  
Fax: (234) 2312 622  
Email: nacgrab@skannet.com

**Ndagi Is'haq**

NCRI, PMB 8 Bida, Niger State, Nigeria  
Tel: (234) 066 462 377  
Email: mnishaq2003@yahoo.com

**Okechukwu Eke-Okoro**

Head, Genetic Resources Unit, National Root  
Crops Research Institute, Umudike, PMB  
7006, Umuahia, Abia State, Nigeria  
Tel: (234) 803 562 6198  
Email: ekeokorono@yahoo.com

**Ola Joseph Shobowale**

Assistant Director, National Seed Service,  
FMARD, SHEDA, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 09 523 0540 / / (234) 804 210 4136

**Paul Aneghbeh**

World Agroforestry Centre (ICRAF), IITA  
Station, Onne, PMB 008, NCHIAR, Rivers  
State, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: p.anegebeh@cgiar.org /  
paul\_anegebeh@yahoo.com

**Peter Oni**

Forestry Research Institute of Nigeria, PMB  
5054, Jericho, Ibadan, Oyo State, Nigeria  
Tel: (234) 80 2341 6329  
Fax: 234 241 0514  
Email: petidowu2000@yahoo.co.uk

**Pius Kyesmu**

National Biotechnology Development Agency,  
Arthur Unegbe Street, Area II, Garki, Abuja,  
Nigeria (Former CAC Building) PMB 5118,  
Wuse, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 09 671 5691 - 2 (234) 80 3302 3773  
Email: kyesmu@yahoo.co.uk

**Rabe I Mani**

Federal Ministry of Agriculture and Rural  
Development, Area II, Garki, Abuja, Nigeria  
Tel: (234) 09 413 8592 / (234) 803 332 6855  
Fax: (234) 09 413 8592  
Email: rabisman@hotmail.com

**Ranjana Bhattacharjee**

International Institute of Tropical Agriculture,  
PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: r.bhattacharjee@cgiar.org

**S. Adesola Ajayi**

Seed Science Laboratory, Department of Plant  
Science, Faculty of Agriculture, Obafemi  
Awolowo University, Ile-Ife, Osun State,  
Nigeria  
Tel: (234) 36 230 490 and (234) 803 507 1997  
Fax: (234) 36 232 401  
Email: sajayi@oauife.edu.ng

**Stanford Blade**

Director for Research, International Institute of  
Tropical Agriculture, PMB 5320, Ibadan,  
Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: s.blade@cgiar.org

**Toyin Afolabi**

International Institute of Tropical Agriculture,  
PMB 5320, Ibadan, Nigeria  
Tel: (234) 241 2626  
Fax: (234) 241 2221  
Email: t.afolabi@cgiar.org

**Viswanathan Mahalakshmi**

Genebank Curator, International Institute of  
Tropical Agriculture, PMB 5320, Ibadan,  
Nigeria  
Tel: (234) 241 2626

Fax: (234) 241 2221

Email: v.mahalakshmi@cgiar.org

**Senegal****Coumba Sall Kane**

Head of Administrative Department, CERAAS,  
BP 3320, Thies Escale, Senegal  
Tel: (221) 951 4993/94  
Fax: (221) 951 4995  
Email: ceraas@sentoos.sn

**Fall Cheikh Alassane**

National PGR Coordinator, Institut Senegalais  
de Recherches Agricoles (ISRA), Routes des  
Hydrocarures, Bel' Air, B.P. 3120, Dakar-R.P.  
Senegal  
Tel: (221) 832 4286  
Fax: (221) 832 2427  
Email: urci@isra.sn sene\_grtkf@yahoo.fr

**Ismaila Diallo**

Institut Senegalais de Recherches Agricoles/  
Centre National de Recherches Forestieres  
(ISRA/CNRF), Hann Route des Peres  
Maristes BP 23 12, Dakar, Senegal  
Tel: (221) 832 3219  
Fax: (221) 832 9617  
Email: isdiallo@hotmail.com;  
ismahildiallo@yahoo.fr

**Marcel Nwalozie**

CORAF, 7 Avenue Bourguiba, BP 48,  
Dakar, Senegal  
Tel: (221) 825 9618  
Fax: (221) 825 5569  
Email: marcel.nwalozie@coraf.org

**Meissa Diouf**

Researcher, ISRA-CDH, BP 3120, Dakar, Senegal  
Tel: (221) 835 0610  
Fax: (221) 835 0610  
Email: dmeissa@yahoo.com

**Paco Sereme**

Executive Secretary, CORAF, 7 Avenue  
Bourguiba, BP 48, Dakar, Senegal  
Tel: (221) 825 9618  
Fax: (221) 825 5569  
Email: paco.sereme@coraf.org

**Paul Senghor**

Cooperative DPCS/IRD (Service Semencier) BP  
84 2P, Villa 44A bis Hann Marises, Dakar,  
Senegal  
Tel: (221) 832 6170 / Cell: 221 512 3486  
Fax: (221) 832 2427  
Email: ptsenghor@hotmail.com



**Sierra Leone****Sahr Ngoba Fomba**

Rice Research Station, Rokupr PMB 736  
Freetown, Sierra Leone  
Tel: (232) 2222 6074/ Cell: 076 624 995  
Email: rokupr@sierratel.sl or  
cenarcc@sierratel.sl

**Sweden****Eva Thorn**

Swedish Biodiversity Centre, POB 41, SE-230 53  
Alnarp, Sweden  
Tel: (46) 40 41 55 87  
Fax: (46) 40 53 66 50  
Email: eva.thorn@cbm.slu.se

**Togo****Semihinva Akpavi**

Botany and Plant Laboratory, Faculty of  
Sciences, University of Lome, BP 1515 Lome,  
Togo  
Tel: (0028) 922 46 70  
Fax: (0028) 221 85 95  
Email: benakpavi@yahoo.fr /  
benasem.ecoagr@caramail.com

**Zambia****Charles Nkhoma**

SADC Plant Genetic Resources Centre, P/Bag  
CH 6, Lusaka, Zambia  
Tel: (260) 1 23 38 15  
Fax: (260) 1 23 37 46  
Email: spgrc@zamnet.zm