



TROPICULTURA

2000 Vol.18 N°2

25 AVR. 2001

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

Se publica por ano (en marzo - junio - septiembre - diciembre)



Credit : WORLD BANK PHOTO by Yosef Hadar, © IBRD 1982

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever :

CRISTINA FUNES-NOPPEN

Rue Brederode 6, Brederodestraat

1000 Bruxelles / Brussel

DGCI

Avec le soutien de la Région Bruxelles Capitale
Met de steun van het Brusselse Gewest

DGIS

BUREAU DE DEPOT / AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X

SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

<p>Growth and Yield of (Soybean <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) as Influenced by Combined Application of Cowdung and NPK Fertilizer in Ogoja, Southeastern Nigeria Croissance et production du soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) influencées par l'utilisation combinée de fumier de vache et de l'engrais NPK à Ogoja, au Sud-Est Nigeria Groei en productie van de sojaboon (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) onder invloed van gelijktijdige toediening van rundmest en NPK in Ogoja, Zuidoosten van Nigeria Crecimiento y producción del soya (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) influenciada por la utilización combinada de estiércol de vaca y abono NPK en Ogoja, en el sureste de Nigeria</p>	49
<p>Les principaux ravageurs de choux pommés (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> subs <i>sabouda</i>) à Bukavu et ses environs. De voornaamste vernielers van sluitkool (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> subs <i>sabouda</i>) te Bukavu en omstreken Los principales estragadores del repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> subs <i>sabouda</i>) en Bukavu y sus alrededores</p>	55
<p>Influence de la trypanosomose sur la reproduction des bovins en Afrique Invloed van trypanosomiasis op de voortplanting van runderen in Afrika Influencia del tripanosoma en la reproducción de bovinos en África</p>	58
<p>Effets de l'inoculation de cinq espèces de <i>Glomus</i> sur la croissance et la nodulation en pépinière de <i>Racosperma auriculiforme</i> en République Démocratique du Congo Invloed van de inoculatie van vijf species van <i>Glomus</i> op de groei en de knobbelvorming in een kwekerij van <i>Racosperma auriculiforme</i> in de Democratische Republiek Congo Efectos de la inoculación de cinco especies de « <i>Glomus</i> » sobre el crecimiento y la nodulación en vivero de <i>Racosperma auriculiforme</i> en la República democrática del Congo</p>	63
<p>Strategy of Utilization of Locally Available Crop Residues and By-Products for Livestock Feeding in Tunisia Stratégie d'utilisation des résidus de récolte et des sous-produits locaux pour l'alimentation des ruminants en Tunisie Strategisch gebruik van lokaal beschikbare oogstresiduen en bijproducten in de veevoeding in Tunesië</p>	68
<p>Incorporation de tourteau de soja et/ou de tourteau de colza dans le concentré à base d'orge sur les performances de croissance des agneaux des races D'man et Queue Fine de l'Ouest Toevoeging van soja –en/of koolzaadschroot aan en gerstrijke krachtvoeder gebruikt voor de voeding van lammeren van het D'man Ras en het Westelijke Ras met Lange Staart Incorporación de hogaza de soya y/o de torta de colza en la concentrado a base de cebada para los corderos de raza D'man y Queue Fine del Oeste</p>	74
<p>Consommation de quelques graminées tropicales par le cobaye (<i>Cavia porcellus</i>) : performances et détermination des surfaces nécessaires à l'entretien d'un cheptel Verbruik van sommige tropische grassoorten door het Guinees biggetje (<i>Cavia porcellus</i>) : prestaties en bepaling van de oppervlakten nodig voor het onderhouden van een stapel dieren. Consumo de algunas graminéas tropicales por el cobayo (<i>Cavia porcellus</i>), resultados y determinación de la superficie necesaria para el cuidado de una aparcería de ganado</p>	80
<p>Les animaux sauvages détenus dans la Cité de Bunia (République démocratique du Congo.) : Inventaire et application des lois relatives à la détention Gevangen gehouden wilde dieren in de stad Bunia (DR Congo) : inventaris en toepassing van de wetten op de gevangenschap Los animales salvajes detenidos en la urbe de Bunia (República democrática del Congo) : inventario y aplicación de la leyes relativas a la detención</p>	84
NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS	
<p>Inventaire des plantes mellifères de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo) Inventaris van honinggeevende planten van Bukavu en omstreken (Zuid-Kivu, oosten van de Democratische Republiek Congo). Inventario de plantas melíferas de Bukavu y sus alrededores (Kivu-Sur, Este de la República democrática del Congo)</p>	89
<p>L'apiculture en Tanzanie Bijenteelt in Tanzania La apicultura en Tanzania</p>	94
<p>BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA.....</p>	95

English Contents on back cover

<p>The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s) Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen unicamente la responsabilidad de los autores</p>

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) as Influenced by Combined Application of Cowdung and NPK Fertilizer in Ogoja, Southeastern Nigeria.

N. Ndaeyo*, N.S. Oguzor**, E.S. Utuk & S. O. Dan

Keywords: Soybean - Cowdung - NPK Fertilizer - Growth - Yield - Nigeria.

Summary

Field experiment was conducted in 1990 and 1991 sowing seasons at the University of Cross River State Teaching and Research Farm, Ogoja campus, Nigeria to evaluate the productivity of soybean under diverse soil fertility levels.

The findings suggest that combined use of Cowdung and NPK appears a better option.

Résumé

Croissance et production du soja (*Glycine max* (L.) Merr.), influencées par l'utilisation combinée de fumier de vache et de l'engrais NPK à Ogoja, au Sud-Est Nigeria

Deux essais de fertilisation ont été réalisés, en 1990 et 1991, à la ferme expérimentale de l'Université de l'Etat de Cross River, Campus d'Ogoja, Nigeria, pour évaluer la productivité du soja sous divers niveaux de fertilité du sol en utilisant du fumier de vache et un engrais NPK 15:15:15 selon un dispositif en blocs aléatoires complets. Les résultats obtenus mettent en évidence l'intérêt de combiner la fumure minérale avec l'application du fumier.

Introduction

The interest in production and utilization of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in Nigeria has increased during the past decade. Presently, a wide gap exists between what is needed and what is currently produced.

Mamman (17) estimated that about 1.6 million metric tonnes are needed annually to satisfy domestic and industrial needs. With the high protein value of soybean and the development of assorted soybean products by the International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, farmers are likely to continue to be engaged in soybean production and utilization.

Although there is considerable potential for soybean production in southern Nigeria (20), there is a high variability in soybean grain yield ranging from 0.15 to 1.5 tonnes per hectare in farmers' fields (2). This has been attributed in part to continuous decline in soil fertility, essentially by deficiency in organic matter and/or of one or more essential nutrients (16). Also, the characteristic high rainfall of the zone usually give rise to leaching and erosion of mineralized and applied nutrients with poor crop yields as a consequence.

Maintenance of fertility under continuous land use is therefore a major problem because of increasing population pressure on the soil. Moreover, the existing approach of maintaining soil fertility or achieving high crop yield through land rotation practice is becoming unfeasible partly due to urbanization, industrialization and other factors competing for land. Presently, large quantities of cowdung are lying untapped in all abattoirs in the country. Again, fertilizer management technology for these soils has not been fully worked out. Therefore, a knowledge of efficient fertilization could be one of the panacea towards sustainable soybean production in agro-ecological zone.

There have been divergent views of the soybean response to fertilizer application. Reis et al. (23) observed no significant increase in yield of soybean due to nitrogen fertilization. Other workers (24) observed that nitrogen fertilizer application is only beneficial if applied when soybean nitrogen requirement is no longer being met by soil nitrogen reserves and biological symbiosis with nodule bacteria. Aristova (1) reported that side dressing of the soybean plant with nitrogen ferti-

* Corresponding author.

** Present address: Dean, School of Vocational Education, Federal College of Education (Tech.), P.M. B.11, Omoku, Rivers State, Nigeria.

Department of Agronomy, University of Uyo, Akwa Ibom State, Nigeria.

Received on 02.12.97 and accepted for publication on 27.08.98.

Table 1
Soil Physico-Chemical Characteristics of the Experimental Sites for the two years.

Chemical analysis	Values	
	1990	1991
pH (1:1) H ₂ O	6.5	6.6
% Total N	0.5	0.5
Available P (ppm)	22.7	23.9
Exchangeable Cations (cmol.kg⁻¹)		
Calcium	2.8	3.1
Magnesium	2.0	2.4
Potassium	1.8	1.9
Sodium	0.2	0.3
Exchangeable acidity	0.6	0.5
C E C	7.4	8.1
Base Saturation (%)	87.4	88.5
Micro nutrients (mg.kg⁻¹)		
Magnesium	85.5	83.7
Iron	17.3	18.1
Copper	0.2	0.2
Zinc	6.1	7.1
Soil Particle analysis (%)		
Clay	10	11
Silt	3	4
Sand	87	85

lizer at the stage of bloom gave a yield increase per hectare over a five year period. A large positive linear response of soybean from moderate to high rates of phosphorus application on clay loam had been observed (15).

Grain yield and yield components had been reported to increase with potassium application even when soil fertility test levels were medium or high (7). Wakimoto (25) observed increased formation and development of root nodules and yield of up to ten percent when organic manure was combined with top dressing of inorganic fertilizer at flowering stage. The positive effects of combined application of organic manure and mineral fertilizers on soybean growth and yield had also been reported. The study reported here was undertaken to evaluate the interactive effects of combined organic and mineral fertilizer application on soybean productivity.

Material and methods

The experiment was conducted during the 1990 and 1991 cropping seasons at the University of Cross River State, Ogoja Campus (Latitude 06°40'N, Longitude 08°48'E, with an altitude of 117.38 metres above sea level). Teaching and Research Farm Ogoja lies within the derived savanna zone of Nigeria, with a mean annual rainfall of 151.97 mm, a mean annual sunshine of 6.42 hours per day while the mean relative humidity is 73.80 percent. The mean monthly atmospheric temperature is 27.46°C while the mean monthly earth temperature (at 30 cm depth) and mean evaporation rate are 30.74°C and 4.5 ml per day, respectively (18).

The soil, classified as an Alfisol, is well drained with sandy loam surfaces over a sandy clay loam sub-soil (8). The pre-treatment soil (0-15 cm depth) physico-chemical properties of the study sites are presented in Table 1. Soil pH was determined using the method des-

cribed by IITA (12); available phosphorus by Bray No. 1 method (4) while flame photometry method was used to determine calcium, sodium and potassium. Magnesium was determined by atomic absorption spectrophotometry while organic matter was determined by multiplying the uncorrected value of organic carbon by a constant factor of 1.724 (21). Cation exchange capacity was obtained by the summation of the exchangeable cations and the exchangeable acidity. Exchangeable acidity and soil texture were determined using the methods described by Bouyoucos (3) and Jackson (13), respectively.

Experimental design

A randomised block design was used in the study and the entire experimental area was 24 x 21.6 m with four replications, each measuring 6.0 x 21.6 m while the plot size was 6.0 x 3.6 m. The replicate and plot alley ways were 2 m and 1 m, respectively. There were six fertilizer treatments, randomised in each of the replicates and consisted:

- Zero application (control);
- Cowdung (60 t.ha⁻¹) alone;
- N: P: K (15: 15: 15) (200 kg.ha⁻¹) alone, (applied basally a day before sowing);
- Cowdung (60 t.ha⁻¹) + NPK (15: 15: 15) 200 kg.ha⁻¹ (applied basally, a day before sowing);
- Cowdung (60 t.ha⁻¹) + NPK (15: 15: 15) 200 kg.ha⁻¹ (applied at branching); and
- Cowdung (60 t.ha⁻¹) + NPK (15: 15: 15) 200 kg.ha⁻¹ (applied at flower induction).

The cowdung was applied a month before planting and analyses of the cowdung revealed 0.50, 0.25 and 0.53 percent in 1990 and 0.67, 0.37 and 0.85 percent in 1991, respectively for N, P₂O₅ and K₂O. The methods used for analyses of soil N, P and K mentioned above were also used for the cowdung analyses.

Cultural details

Two different sites were used for the two years studies but the sites were within the same vicinity. The cowdung was spread uniformly with a spade to cover all the plots except that of the control (zero application) and the purely mineral fertilizer treatments, and subsequently incorporated into the soil (at 25 cm soil depth) using a tractor (Model Steyr 8075) drawn plough and harrow. The basal NPK fertilizer application was broadcasted, while the subsequent applications for the other treatments, that is, at branching and flower induction, were by banding method. In the first year, sowing was done in April and in March in the second year. The soybean, cultivar TGX 923/E (medium maturing and day sensitive) was sown manually at a spacing of 45 cm (between rows) and 15 cm (within row). Three seeds were sown per hill at a 3 cm depth but later thinned to two giving 296,296 stands per hectare. Weeding was done manually from the third week after sowing (WAS). Pest control was carried out with the insecticide, nuvacron 40 ScW (monocrotophos - organophosphate), applied at the rate of 2.5 ml to 1 litre of water using Knapsack sprayer.

Table 2
Effects of cowdung and NPK (15: 15: 15) on emergence and height of Soybean.

Treatment	1990					1991					
	Emergence %	Height (cm)				Emergence %	Height (cm)				
		20	40	60	80		20	40	60	80	
		DAS*						DAS*			
Zero application (control)	96.3a	8.2b	25.3c	28.3c	32.7c	93.8a	10.1b	23.6c	34.2d	35.3d	
Cowdung (60t/ha)	94.8a	17.2a	32.1a	53.9a	70.9a	95.2a	12.2a	30.6a	50.1b	50.3b	
NPK (200 kg/ha) (Basal)	95.2a	18.2a	28.0b	47.8b	58.9b	94.7a	11.5ab	27.2b	41.5c	42.1c	
Cowdung (60t/ha) + NPK (200 kg/ha) (Basal)	95.2a	18.6a	29.0b	52.7a	69.3a	93.8a	13.9a	27.0b	60.2a	61.1a	
Cowdung (60t/ha) + NPK (200 kg/ha) (at branching)	97.1a	18.6a	32.6a	45.6b	71.3a	94.3a	10.6b	31.2a	51.2b	51.7b	
Cowdung (60t/ha) + NPK (200 kg/ha) (at flowering)	96.8a	18.7a	34.0a	48.0b	72.4a	95.2a	11.3ab	29.7a	47.2b	48.2b	

Means within a column followed by the same letter are not significantly ($P < 0.05$) different according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* DAS = Days after sowing.

Measurements and data analyses

The following measurements were made: Emergence count, height, drymatter accumulation and nodule formation (determined from an area of 1 m² at 100% flowering). Yield and yield components were assessed by harvesting all pods and recovering all grains after shelling and then their weights determined using top load balance (with basin - like top and calibrated in kg). Data collected were subjected to analysis of variance and mean that showed significant differences were separated using Duncan Multiple Range Tests (10). Cost of production and economic returns were determined using Benefit-Cost analysis in order to determine the benefit that could accrue to soybean production given the cost of production. A discount factor of 15% (current interest rate) as cited by (9) was used to obtain discounted Benefit-Cost ratio.

Results and discussion

Emergence and height : The effects of cowdung and NPK fertilizer application on soybean emergence and height are presented in Table 2. Soybean emergence showed no significant differences in both years while height differed significantly ($P < 0.05$) among treatments. In the first year, cowdung + NPK treatment applied at flowering had the tallest plants at 20 (18.7 cm), 40 (34.0 cm) and 80 (72.4 cm) days after sowing (DAS) while cowdung alone (53.9 cm) recorded the tallest at 60 DAS. These represent 128, 25.6, 121.4 and 90.5 percent increase in growth above the control treatment that consistently showed the shortest soybean plants. In the second year, plants that received cowdung alone, cowdung + NPK applied at branching and cowdung + NPK applied basally were significantly taller at 20 (12.1 cm), 40 (31.2 cm), 60 (60.2 cm) and 80 (61.1 cm) DAS, respectively while control treatment remained consistently lower. The mean soybean height for the two years at 80 DAS revealed that growth was best under cow-

dung + NPK applied basally and the worst from control treatment.

The absence of significant differences in soybean emergence among all treatments could be ascribed to the availability of adequate soil moisture at the time of sowing. Optimum rain fell during the sowing periods thereby guaranteeing adequate moisture for seedling emergence. Grande and Borrero (11) observed no significant difference in emergence among treatments when there was optimum soil moisture. Generally, the differences observed in soybean height could be attributed to the complementary role of cowdung and NPK fertilizer. Musa (19) observed that the application of cowdung and mineral fertilizer together provided the crop with a readily available source of nitrogen from the mineral fertilizer at crop establishment, and the early growth stages supplemented by a slow release of nitrogen from the cowdung during the later stages of growth.

Nodule formation and drymatter accumulation

In both years, application of cowdung + NPK (applied basally) gave more nodules (Table 3); while control treatment had the least. Soybean dry matter accumulation was significantly higher in cowdung + N.P.K. applied at branching than other treatments throughout the first year, showing 150, 128.6, 52 and 35.1% over control treatment at 20, 40, 60 and 80 DAS, respectively. In the second year, cowdung + NPK applied basally had higher dry matter accumulation at 20 and 40 DAS. However, at 60 and 80 DAS, the trend reverted to cowdung + NPK (applied at branching) but the control treatment remained consistently lower. The mean value of dry matter accumulation for the two years at 80 DAS revealed that soybean accumulated most of its dry matter when cowdung + NPK was applied at branching.

Table 3
Effects of cowdung and NPK (15: 15: 15) on nodule formation and dry matter accumulation of Soybean.

	1990					1991				
	Nodule** No	20 Dry matter	40 DAS* t/ha	60 accumulation	80	Nodule** No	20 Dry matter	40 DAS* t/ha	60 accumulation	80
Zero application (control)	22.9e	0.04c	1.4d	2.5b	3.7b	24.3e	0.03c	1.2d	1.7c	2.0c
Cowdung (60 t/ha)	53.0b	0.06b	1.9c	2.7b	4.0a	60.0b	0.08ab	1.4c	2.9b	2.3c
NPK (200 kg/ha) (basal)	36.2d	0.07b	2.1b	3.3a	3.4b	39.6d	0.08ab	1.4c	2.4b	2.7c
Cowdung (60 t/ha) + NPK (200 kg/ha) (basal)	69.3a	0.07b	2.2b	3.3a	3.7b	79.0a	0.11a	1.7a	2.9b	4.6a
Cowdung (60 t/ha) + NPK (200 kg/ha) (at branching)	47.8c	0.10a	3.2a	3.8a	5.0a	56.7c	0.07b	1.5b	3.4a	4.6a
Cowdung (60 t/ha) + NPK (200 kg/ha) (at flowering)	53.6b	0.07b	2.0c	3.4a	3.5b	64.2b	0.08ab	1.5b	3.4a	3.4b

Means within a column followed by the same letter are not significantly ($P < 0.05$) different according to DMRT

* DAS = Days after sowing. ** Determined at 100% flowering.

The presence of nodules on the soybean roots confirmed the presence of indigenous *Rhizobium* in the soil capable of inducing nodulation in soybean. This confirms the observation (22) that many tropical soils contain strains of *Rhizobium* that can nodulate soybean and cowpea. The increase observed in the number of nodules in all the treatments that received cowdung over those of the NPK and the control treatments could be ascribed to the availability of substrate from the cowdung for increased microbial activities and the supply of macro- and micro-nutrients thereafter. Wakimoto (25) had earlier observed increased formation and development of root nodules and yield of up to 10% when organic manure was combined with top dressing of inorganic fertilizer even at flowering stage. The higher dry matter accumulation noted in soybean plants that received cowdung and NPK applied basally and at branching could be linked with the presence

of nitrogen in particular and other nutrients that ensured optimum vegetative growth. Similar observation had also been reported (5).

Yield and yield components

In both years, no significant differences were observed in the weight of 1000 seeds determined. However, soybean pod number per plant was significantly higher under cowdung + NPK applied at branching (Table 4) in both years. Number of seeds per plant and grain yield were significantly higher under cowdung + NPK applied basally with 144.9 and 2.1 t.ha⁻¹, respectively in the first year and 98 and 1.8 t.ha⁻¹ in the second year. Control treatment remained consistently lower for the two parameters in both years with 235.4 and 162.5 percent reductions, respectively in the first year and 191.7 and 157.1 percent reduction in second year compared to cowdung + NPK applied basally.

Table 4
Effects of cowdung and NPK (15: 15: 15) on Soybean grain yield and yield components.

Treatment	1990				1991			
	Pod No. Plant ⁻¹	Seed No.	Wt. of 1000 seeds g	grain yield t.ha ⁻¹	Pod No. Plant ⁻¹	Seed No.	Wt. of 1000 seeds g	grain yield t.ha ⁻¹
Zero application (control)	20.3c	43.2d	114.6a	0.8c	17.8d	33.6d	104.4a	0.7c
Cowdung (60 t/ha)	86.4a	132.9b	133.3a	2.0a	45.0a	94.2a	131.1a	1.7a
NPK (200 kg/ha) (Basal)	53.1b	69.2c	129.9a	0.9b	23.7c	48.5c	128.8a	0.8c
Cowdung (60 t/ha) + NPK (200 kg/ha) (Basal)	85.1a	144.9a	137.7a	2.1a	44.2a	98.0a	131.0a	1.8a
Cowdung (60 t/ha) + NPK (200 kg/ha) (at branching)	88.9a	132.0b	132.2a	1.9a	45.4a	91.8a	129.9a	1.4b
Cowdung (60 t/ha) + NPK (200 kg/ha) (at flowering)	83.8a	142.4a	131.1a	1.9a	38.8b	81.9b	131.0a	1.4b

Means within a column followed by the same letter are not significantly ($P < 0.05$) different according to DMRT.

Table 5
Cost of production and economic return to management (N.ha⁻¹) as influenced by combined application of cowdung and NPK Fertilizer.

Farm Operation	Treatment											
	ZA ^a		CD ^a		NPK ^a		CD+NPKBa ^a		CD+NPKBr ^a		CD+NPKFi ^a	
	1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991
(A) Production Cost (N.ha ⁻¹)												
(1) Land Preparation	430	500	430	500	430	500	430	500	430	500	430	500
(2) Fertilizer	-	-	-	-	400	400	400	400	400	400	400	400
(3) Cowdung	-	-	80	100	-	-	80	100	80	100	80	100
(4) Seeds	120	125	120	125	120	125	120	125	120	125	120	125
(5) Insecticide	110	140	110	140	110	140	110	140	110	140	110	140
(6) Labour ^a	<u>1982</u>	<u>2108</u>	<u>1982</u>	<u>2108</u>	<u>1982</u>	<u>2108</u>	<u>1982</u>	<u>2108</u>	<u>1982</u>	<u>2108</u>	<u>1982</u>	<u>2108</u>
Total cost of Production (TC)	<u>2642</u>	<u>2873</u>	<u>2722</u>	<u>2973</u>	<u>3042</u>	<u>3272</u>	<u>3122</u>	<u>3373</u>	<u>3122</u>	<u>3373</u>	<u>3122</u>	<u>3373</u>
(B) Yield (t.ha ⁻¹)	0.8	0.7	2.0	1.7	0.9	0.8	2.1	1.8	1.9	1.4	1.9	1.4
(C) Gross Revenue (GR) ^b	<u>4800</u>	<u>4200</u>	<u>12000</u>	<u>10200</u>	<u>5400</u>	<u>4800</u>	<u>12600</u>	<u>10800</u>	<u>11400</u>	<u>8400</u>	<u>11400</u>	<u>8400</u>
(D) Return to Management (GRT)	<u>2158</u>	<u>1327</u>	<u>9278</u>	<u>7227</u>	<u>2358</u>	<u>1527</u>	<u>9478</u>	<u>7427</u>	<u>8278</u>	<u>6292</u>	<u>8278</u>	<u>5027</u>
Benefit/cost ratio	1.8	1.5	4.4	3.4	1.8	1.5	4.0	3.2	3.7	2.5	3.7	2.5

a, Labour cost are for panting, weeding, fertilizer application, harvesting and shelling.

b, Yield X unit price of N6000 t⁻¹. N/B US\$ 1=N22.00 and prevailing market prices were used.

+, represents: Zero application, cowdung alone, NPK alone applied basally, cowdung + NPK applied basally, cowdung + NPK applied at branching, and cowdung + NPK applied at flower induction, respectively. N/B All production variables are expressed in N.ha⁻¹.

The significant differences exhibited in the number of pods and seeds per plant, and grain yield are perhaps due to variations in the source and sink capabilities of the soybean plants as dictated by the environments created by the diverse fertilizer treatments applied. Chiezey (5) had also reported similar findings.

Costs of production and economic returns to management

The cost of production and economic returns to management are shown in Table 5. In both years the highest cost of production was observed under all the treatments that received both cowdung and NPK fertilizer while the least was from the control treatment. These show 15.4 and 14.8 percent increase over the control for the 1990 and 1991 cropping years, respectively. The use of both cowdung and NPK fertilizer applied basally gave the highest economic return indicating 339.2 and 459.7 percent increase over the control for both years, respectively. However, the highest Benefit-Cost ratios (4.4 and 3.4) were observed where cowdung alone was used.

The higher cost of production indicated in treatments that received both cowdung and NPK over the control and those that received either cowdung or NPK fertilizer alone is due to the extra cost of acquiring, the or-

ganic fertilizer (cowdung) and the mineral fertilizer (NPK). These collectively accounted for 15.4 percent and 14.8 percent of the total cost of production in 1990 and 1991, respectively. The high costs were however compensated for by higher economic returns to management under these treatments. The use of cowdung alone gave the highest benefit-cost ratio, indicating that farmers can equally rely on it for profitable soybean production. Though the cowdung alone had the highest Benefit-Cost ratios (4.4 and 3.4), the cowdung + NPK fertilizer applied basally showed superior economic returns with 2.2 and 2.8 percent increase in 1990 and 1991, respectively over the use of cowdung alone. This suggests that the extra cost of production notwithstanding, it may be more economical to combine cowdung with NPK fertilizer (applied basally) for increased soybean grain yield and farm profits. De Haan (6) had earlier made similar observations.

Conclusion

This study suggests that the supply of nutrients at early stages of growth through mineral fertilizer (NPK) and during reproductive stages through organic manure (cowdung) could enhance soybean performance and increase farm profit. The combined use of cowdung and NPK (applied basally) is therefore recommended for this agro-ecological zone.

Literature

1. Aristova L.O., 1980. Effect of nitrogen fertilizer application on Soybean under irrigation. J. of Oil crops. 3: 46-47.
2. Baten M.A., 1991. Effects of NPK Fertilization on Soybean Production in Southwestern Nigeria. Ph.D. Thesis, University of Ibadan, Nigeria. 200 pp.
3. Bouyoucos G.H., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
4. Bray R.H. & Kurtz L.T., 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Science, 59: 39-45.

5. Chiezey U.F., 1993. Performance of Soybean (*Glycine max* (L): Merrill.) Cultivar + 'Samsoy - 2' as affected by Rate and Time of Nitrogen Fertilizer. *Tropical Oilseeds Journal* 1 (2): 19-31.
6. De Haan S., 1977. Humus, its formation, its relation with the mineral part of the soil, and its significance for soil productivity. In: *Soil organic matter studies (symposium, 1977)*, Vol. 1, 21-30. International Atomic Energy Agency. Vienna: IAEA.
7. Eharat M.P., Whighan D.K. & Voss R.D., 1986. Soybean response to tillage and N, P and K fertilization. *Agron.* 76: 947-950.
8. FDALAR (Federal Department of Agriculture Land Resources), 1990. *Soil Map of Nigeria*.
9. FOS (Federal Office of Statistics), 1991. *Annual Abstract of Statistics*, Federal office of Statistics, Lagos, Nigeria, p.35.
10. Gomez K.A. & Gomez A.A., 1984. *Statistical procedures for agricultural research*. New York, USA, John Wiley and Sons. 680 p.
11. Grande M.J. & Borrero A., 1979. Effects of planting dates on soybean development and production under irrigation in southern Spain. In: W.H. Judy and J.A. Jacobs (Ed.) *Irrigated soybean production in Arid and Semi Arid Regions*. Intsoy series. No. 20: 129-134.
12. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 1979. *Selected methods for soil and plant analysis*. IITA Manual, Series No. 1, IITA, Ibadan, Nigeria, 86 pp.
13. Jackson M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs, New York, Prentice Hall, Inc., 498 pp.
14. Jackson M.L., 1962. *Soil Chemical Analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York. 326-338.
15. Johnson J., 1975. *Understanding Soybean Solutions*. *Aust. J. Agr.* 27: 6-31.
16. Maduakor H.O., 1991. Efficient fertilizer use for increased crop production: The humid Nigeria experience. *Fertilizer Research* 29: 65-79.
17. Mamman I., 1990. *Soybean in Nigerian Agriculture*. Paper Delivered by the Honourable Minister of Agriculture and Natural Resources, 3rd Annual Conference of the Nigerian soybean Association, Badeggi. March 26-29, 1990.
18. Meteorological Department, 1991. *Weather data Records 1990 and 1991*. Meteorological Unit, Ogoja L.G.G.A. Ogoja, Nigeria. 10 pp.
19. Musa M.M., 1975. A method for conservation of Cattle Manure. *FAO Soils Bulletin* 27: 89-96.
20. Mutsaers H.J.W., 1991. *Opportunities for Second Cropping in Southwestern Nigeria*. RCMD Research Monograph no. 4, IITA, Ibadan, Nigeria, 28 pp.
21. Odu C.T.I., Babalola O., Udo E.J., Ogunkunle A.O., Bakare T.A. & Adeoye G.O., 1986. *Laboratory Manual for Agronomic Studies in Soil, Plant and Microbiology*. Department of Agronomy, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, 83 pp.
22. Pulver E.L., Brochman F. & Wein H.C., 1982. Nodulation of soybean cultivated with *Rhizobium spp.* and their response to inoculation with *Rhizobium japonicum*. *J. crop Sc.* vol. 22, pp. 1065-1070.
23. Reis M.S., Sedyama C.S. & Sedyama T., 1977. Application of Nitrogen fertilizer inoculation and application of fritted trace elements to soybean crops. *Rev. ceres* 24 (132): 163-169.
24. Riger A.I. & Grebenior I., 1980. Effectiveness of Fertilizer application on the soybean crop in Krasnodor region. *Bull. of oil crops*. Vo. 1, pp. 43-45.
25. Wakimoto K., 1989. The joint effect of Nitrogen fertilizer and organic matter application on soyabean yields in warm region of Japan. *Jr.Q.J.* 22 (4): 268-276.

N. Ndaeyo: Nigerian. Lecturer in Agronomy Department of this University of Uyo.
 N.S. Oguzor: Nigerian. Ph.D., Lecturer in Agronomy Department of this University of Uyo.
 E.S. Utuk: Nigerian. Research Student in Agronomy Department of this University of Uyo.
 S.O. Dan: Nigerian. Research Student in Agronomy Department of this University of Uyo.

Les principaux ravageurs des choux pommés (*Brassica oleracea* var *capitata* subs *sabouda*) à Bukavu et ses environs.

J.M. Walangululu & G.N. Mushagalusa*

Keywords: Hearty cabbage - *Brassica oleracea* var *capitata* subs *sabouda* - Bukavu - Pests - Aphids - Cutworm - Caterpillars.

Résumé

Comme on peut le constater sur les marchés et comme l'ont indiqué les maraîchers de Bukavu et des environs, les choux pommés produits dans cette ville et dans les environs sont dévastés par les insectes, ce qui constitue une perte de profit. Le présent travail s'est proposé d'identifier les principaux ravageurs des choux pommés afin d'envisager la protection de cette culture, devenue une culture de rente dans cette région.

Les résultats ont montré que les pucerons (*Brevicoryne brassicae*), ver gris (*Agrotis segetum*) et certaines chenilles (*Plutella xylostella*, *Hellula undalis*, *Spodoptera exempta* et *Trichoplusia ni*) causent de 0 à 53,8% de pertes totales de choux (mort ou disparition des plants); ces pertes surviennent surtout un mois après la plantation. Les pertes partielles (dégâts aux cinq feuilles extérieures de la pomme) s'élèvent de 3,5 à 55,8% des choux et sont l'œuvre des pestes sporadiques comme le ver gris (*Agrotis segetum*) le grillon (*Brachytrupes membranaceus*) et les poules, et des pestes de moindre importance comme les criquets, les escargots et une espèce de coccinelle (*Henosepilachna elateris*).

Summary

The Major Pests of Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* subs *sabouda*) in Bukavu and Around

As stated by farmers growing vegetables and as observed on local markets, cabbage in Bukavu and around is damaged by pests. The present work was intended to identify pests damaging this crop, which is now a cash crop in this region, in order to design control methods.

Results revealed that one aphid species (*Brevicoryne brassicae*), the common cutworm (*Agrotis segetum*) and some caterpillar species (*Plutella xylostella*, *Hellula undalis*, *Spodoptera exempta* and *Trichoplusia ni*) are major pests causing a loss of plantlets estimated from 0 to 53.8%, mainly one month after planting. Damage on the first five leaves of the head of cabbage, estimated from 3.5 to 55.8% of plants were attributed to sporadic pests as the tobacco cricket (*Brachytrupes membranaceus*), the common cutworm (*Agrotis segetum*), chickens, some grasshoppers, snails and a tortoise beetle species (*Henosepilachna elateris*).

Introduction

La culture des choux pommés occupe une place de choix chez le maraîcher de Bukavu et des environs, dans la région du Sud-Kivu. Dans cette partie de la République Démocratique du Congo, l'agriculture est essentiellement une agriculture de subsistance; la culture des choux est au contraire une culture de rente et relève de la gestion exclusive des hommes, d'où son importance économique dans ce milieu où l'agriculture est l'apanage des femmes.

La culture des choux constitue avec celle des amarantes les deux principales cultures maraîchères pratiquées durant toute l'année dans les voisinages de Bukavu, dans la zone de Kabare. La production de cette zone alimente la ville de Bukavu et même celle d'Uvira.

Les choux produits à Bukavu et ses environs sont dévastés par les insectes, comme l'ont indiqué les maraîchers de Kabare et de Bukavu et comme on peut le constater sur les marchés de ces localités; ces ravages constituent une perte de revenus pour l'agriculteur.

Les jardins et terrains réservés à la culture des légumes constituent un emplacement propice à la prolifération des pathogènes et ravageurs, parce que situés dans des bas-fonds, à proximité des nappes d'eau et sont en permanence arrosés ou irrigués.

Le présent travail consiste à identifier les principaux ravageurs du chou pommé, spécialement l'espèce *Brassica oleracea* var *capitata* subsp *sabouda*, afin d'envisager des mesures de protection de cette plante.

Matériel et méthodes

Cette étude a porté exclusivement sur le chou pommé *Brassica oleracea* var *capitata* subsp *sabouda*, qui constitue 80% des choux pommés cultivés et consommés à Bukavu et ses environs. Elle a été menée dans la ville de Bukavu et dans la zone de Kabare, précisément dans le groupement de Bugobe, dans les champs des cultivateurs. La zone de Kabare fournit les choux vendus sur les marchés locaux de Bukavu.

Dans la ville de Bukavu, trois secteurs ont été choisis

* Université Evangélique en Afrique (U.E.A.) B.P. 3323 Bukavu, République Démocratique du Congo. Reçu le 12.06.98 et accepté pour publication le 20.01.99.

Tableau 1
Evolution des pertes (en %) au cours de la saison et ravageurs rencontrés sur les choux cultivés à Bukavu.

Saisons	Sites	Systèmes de culture	Pertes totales				Ravageurs	Pertes partielles	
			I	II	III	Total		Total	Ravageurs
A	Chamula Lusheke	Association	35,4	8,8	5,1	49,3	pucerons	21,3	chenilles, criquets
		Association	4,5	3,9	2,6	10,0	pucerons	6,7	chenilles, criquets
B	I.S.P. I.S.D.R. 8 ^e C.E.P.Za Lusheke Chidaho Buhanga	Monoculture	4,2	2,7	2,7	9,6	pucerons, grillons, poules, chenilles, vers gris	23,1	chenilles, poules
		Monoculture	27,8	24,9	16,9	69,6	idem	9,58	chenilles, poules
		Monoculture	5,2	0,6	0,0	5,8	idem	3,5	chenilles, poules
		Association	12,9	8,5	9,3	30,7	pucerons, vers gris, chenilles	17,36	chenilles, poules
		Association	41,2	1,05	1,9	44,15	idem	55,8	coccinelles
C	Chidaho Buhanga Lusheke	Association	11,3	1,5	0,3	13,1	pucerons, chenilles	31,6	chenilles, escargots
		Association	10,3	0,6	0,0	10,9	pucerons, chenilles	21,67	chenilles, escargots
		Association	28,3	10,8	2,4	41,5	pucerons, chenilles	31,67	chenilles, escargots

Légende: saison A: de juillet à octobre 1995; saison B: de novembre 1995 à février 1996; saison C: de mars à juin 1996.
 Pertes totales I: un mois après la plantation; II: deux mois après la plantation; III: trois mois après la plantation.

et dans chaque secteur trois champs; il s'agit de la colline de la 8^{ème} Communauté des Eglises de Pentecôte au Zaïre (8^e C.E.P.Za), des terrains expérimentaux de l'Institut Supérieur de Développement Rural (I.S.D.R.) et du Quartier Muhungu, colline abritant l'Institut Supérieur Pédagogique (I.S.P.) de Bukavu.

A Kabare, deux secteurs près de Bukavu ont été retenus et dans chaque secteur deux sites, à raison de trois champs par site (marais). Il s'agit pour le premier secteur Chimpwidji-Chirela, à 15 km de Bukavu sur l'axe Walungu, du marais de Chamula et du marais de Lusheke; pour le second secteur Chidaho, à 15 km environ de Bukavu sur l'axe Kabare, des marais de Chidaho et Buhanga.

Le marais de Lusheke est exploité par le chef du village; celui de Chamula est exploité par 15 maraîchers cultivant les choux, celui de Chidaho par 9 et celui de Buhanga par 12. Les différents marais de la zone de Kabare sont localisés en altitude (entre 1470 et 1920 m), comme la ville de Bukavu. On y pratique l'association des cultures, rarement la monoculture. Les sols sont des tourbes peu décomposées pour la plupart des cas. A Bukavu, les choux sont cultivés en monoculture, et le sont pour la première fois à l'I.S.P.

L'observation et l'interview ont été les méthodes d'investigation. Les champs de moins de un are ont été observés entièrement, tandis que pour ceux de plus de un are, les observations ont porté sur des quadrats de 2 x 2 m le long des diagonales, la superficie étant évaluée par la méthode de triangulation.

Les observations ont été effectuées une fois par mois pendant trois mois à partir de la plantation et ont porté sur la reconnaissance des ravageurs tôt le matin par observation directe et l'évaluation des dégâts sur les parties aériennes. L'incidence des attaques a été déterminée en faisant le rapport entre le nombre de plants attaqués ou morts à la suite des attaques et le nombre total de plants installés.

Pour l'identification, les ravageurs étaient capturés à la main, mis dans des boîtes en plastique, fixés et comparés avec les descriptions et photographies contenues dans les ouvrages de A.C.T.A. (1), Anonyme (2), Appert et Deuse (3, 4), Autrique (5), Buyckx (6),

Collingwood (7), Messiaen et al (8), Messiaen et Lafon (9) et Stoll (10).

Les observations ont été menées pendant trois saisons, à savoir de juillet à octobre 1995 (saison A), de novembre 1995 à février 1996 (saison B) et de mars à juillet 1996 (saison C). A Bukavu, les choux sont essentiellement cultivés en saison B; à Chamula, ils le sont en saison A; à Lusheke, ils le sont toute l'année et à Chidaho, en saisons B et C.

Résultats et discussion

L'évolution des dégâts au cours des trois saisons (un, deux et trois mois après la plantation) et les ravageurs rencontrés sont présentés au tableau 1. Dans ce tableau, nous désignons par pertes totales celles consistant en la mort ou la disparition des plants, n'ayant pas développé une pomme.

La mort des plants est surtout imputable au puceron *Brevicoryne brassicae* qui empêche le chou de former une pomme. La disparition des plants est l'œuvre des poules qui s'en nourrissent avant que le chou forme la pomme, mangeant le limbe et ne laissant que la nervure principale, le ver gris *Agrotis segetum* et le grillon *Brachytrupes membranaceus* qui sectionnent les plantes la nuit, et les chenilles (*Plutella xylostella*, *Hellula undalis*, *Spodoptera exempta* et *Trichoplusia ni*).

Ainsi donc le puceron *Brevicoryne brassicae*, la coccinelle *Henosepilachna elateris*, le ver gris *Agrotis segetum*, les chenilles *Plutella xylostella*, *Hellula undalis*, *Spodoptera exempta* et *Trichoplusia ni*, le grillon *Brachytrupes membranaceus*, les poules, les criquets et les escargots sont des pestes économiques du chou pommé *Brassica oleracea* var *capitata* subsp *sabouda*, en infligeant à cette plante des pertes totales allant de 0 à 53,8% (mort ou disparition des plants).

Pour tous les sites et à toutes les saisons, les pertes totales sont plus élevées un mois après la plantation et diminuent ensuite, les plants étant plus développés et donc plus résistants.

Les pertes sont plus élevées en général en saison B

qu'en saison C pour les marais de Chidaho, Buhanga et Lusheke, surtout pour les choux plantés de mi-septembre à mi-novembre car en ce moment il y a absence de pluies, celles-ci ayant une action mécanique sur les pucerons. Si le pourcentage d'attaques est moins élevé au marais de Lusheke, cela est dû au fait que sur deux champs où les choux étaient plantés en association avec le tabac, les attaques ont été faibles. A l'I.S.P. et sur la colline de la 8^{ème} C.E.P.Za, les dégâts sont faibles car les choux sont cultivés pour la première fois à l'I.S.P. et dans deux des trois champs de la colline de la 8^{ème} C.E.P.Za. En saison A, les pertes sont moins sévères à Lusheke à Chamula par le fait que les champs étaient plus propres qu'à Chamula et que les plants n'ont pas bénéficié de pluies jusqu'au milieu de la saison. Les pertes partielles sont celles qui consistent en des

dégâts aux cinq feuilles supérieures de la pomme et sont l'œuvre de chenilles (*Hellula undalis*, *Plutella xylostella*), des poules, des escargots, de la coccinelle *Henosepilachna elateris* et divers criquets qui se nourrissent de feuilles. Elles vont de 3,5 à 55.8% des choux (dégâts sur les cinq feuilles extérieures de la pomme). Parmi ces pestes, le ver gris *Agrotis segetum*, le grillon *Brachytrupes membranaceus* et les poules sont des pestes sporadiques; les criquets, les escargots et la coccinelle *Henosepilachna elateris* sont des pestes de moindre importance. Les pertes totales sont surtout sévères sur les jeunes plants avant le retour des pluies. Ces pestes méritent qu'on leur accorde une attention particulière consistant à prendre des mesures de protection si l'on désire aider les maraîchers et promouvoir la culture.

Références bibliographiques

1. A.C.T.A., 1982. Guide pratique de défense des cultures, reconnaissance des ennemis: notion de protection des cultures. A.C.T.A. Paris: 418 pp.
2. Anonyme, 1992. Traité pratique de jardinage. Ed. Clause jardin. Paris: 854 pp.
3. Appert J. & Deuse J., 1982. Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris: 420 pp.
4. Appert J. & Deuse J., 1988. Les insectes nuisibles aux cultures vivrières et maraîchères. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris: 267 pp.
5. Autrique A., 1981. Principaux ennemis des cultures de la région des grands lacs d'Afrique centrale. Ed. A.G.C.D. Bruxelles: 144 pp.
6. Buyckx E.J., 1962. Précis des maladies et des insectes nuisibles rencontrés sur les plantes cultivées au Congo, au Ruanda et au Burundi. INEAC Bruxelles: 708 pp.
7. Collingwood E.P., 1981. Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal. A.G.C.D. Bruxelles: 96 pp.
8. Messiaen C.M., Blanchard D, Rouxel R. & Cafan, 1991. Les maladies des plantes maraîchères du labo au terrain. INRA, Paris: 552 pp.
9. Messiaen C.M. & Lafon R., 1970. Les plantes maraîchères. INRA. Paris: 441 pp.
10. Stoll G., 1988. Protection naturelle des végétaux en zones tropicales. Agrecol, Suisse: 180 pp.

J.M. Walangululu: Congolais. Docteur en Sciences agronomiques, Professeur et Vice-Doyen de la Faculté des Sciences agronomiques et environnement à l'U.E.A., Bukavu, R.D.C.

G.N. Mushagalusa: Congolais. Ingénieur Agronome, Assistant à la Faculté des Sciences agronomiques et environnement de l'U.E.A., Bukavu, R.D.C.

Influence de la trypanosomose sur la reproduction des bovins en Afrique

M. Zecchini*, P. Kageruka** & R. De Deken**

Keywords: Trypanosomiasis - Cattle - Reproduction

Résumé

Une brève revue des connaissances des effets directs et indirects exercés par la Trypanosomose Animale Africaine (TAA) sur les organes de la reproduction des bovins est présentée.

Les troubles de la reproduction consécutifs à la TAA des bovins sont plus importants chez les animaux qui font une maladie chronique et les lésions sont observées aussi bien chez le mâle que chez la femelle. Les troubles plus fréquents sont l'anoestrus et l'avortement chez les vaches et une diminution de la fertilité chez les taureaux. D'autres recherches sont nécessaires pour mieux cerner les mécanismes impliqués dans la pathologie de la reproduction consécutive à la TAA des bovins.

Summary

The Influence of African Animal Trypanosomiasis on Reproduction of Cattle in Africa

The main effects of African animal Trypanosomiasis on reproduction of cattle have been reviewed.

The disorders of reproduction in cattle are more important in the chronic disease and the lesions are evident both in male and female.

The most important disorders in cow are anoestrus and abortion and decrease of fertility in bull. Further studies are required to explain the mechanisms of disease on the reproduction in cattle.

Introduction

La production des animaux d'élevage et son impact sur l'économie dépendent des performances de reproduction. Cependant, des nombreuses contraintes entravent la fertilité du bétail en Afrique tropicale. Parmi elles, la Trypanosomose Animale Africaine (TAA) joue un rôle important et pose un problème important surtout sur le plan de son contrôle (29). En effet, les trypanosomes responsables de la maladie des bovins domestiques: *Trypanosoma (Nannomonas) congolense*, *T. (Duttonella) vivax* et *T. (Trypanozoon) brucei brucei* sont répandus en Afrique subsaharienne et atteignent plusieurs espèces d'animaux domestiques et sauvages.

La pathogénèse de la maladie causée par *T. congolense*, *T. vivax* et *T. brucei brucei* est complexe et encore incomplètement élucidée et les symptômes principaux sans être pathognomiques sont: fièvre, anémie, oedèmes, adénopathies et splénomégalie, atteintes nerveuses et autres manifestations secondaires (10). Parmi les manifestations secondaires, les troubles de la reproduction occupent une place importante parmi les contraintes de productivité du bétail. Cependant, l'impact réel et les mécanismes pathogéniques de la trypanosomose sur la reproduction animale sont encore malconnus.

Le présent travail a pour but de faire une brève revue des connaissances actuelles des effets directs et indirects que la TAA exerce sur les organes de la reproduction des bovins.

Lésions des glandes endocrines

Le processus de la reproduction est réglé par des stimulations nerveuses et hormonales, qui impliquent plusieurs organes: hypothalamus, hypophyse, épiphyse, gonades, utérus et placenta. Les hormones hypophysaires, en particulier, l'hormone stimulant la folliculogénèse (FSH) et l'hormone lutéinisante (LH) sont à la base de la spermatogénèse et du cycle oestral (11).

Une large inflammation mononucléaire de l'hypophyse a été décrite chez des bovins, ovins et caprins infectés expérimentalement avec *T. brucei brucei* (13).

Masake (18), après une infection expérimentale de taureaux (frisons) avec *T. vivax*, a observé au niveau de l'hypophyse des lésions congestives.

Abebe et al. (1) ont étudié l'hypophyse de 5 vaches Boran infectées expérimentalement avec *T. congolense* 43 et 56 jours post-infection (p.i). Tous les animaux ont montré une dilatation des sinusoides et de la microvascularisation de la glande et une augmentation de la matrix extracellulaire entre les lobules hypophysaires. Des trypanosomes ont été détectés dans le réseau microvasculaire de l'adénohypophyse et de la neurohypophyse.

L'effet d'une infection de *T. congolense* sur l'hypophyse de taureaux Baoulé a été évalué par Boly et al. (5). La capacité de sécrétion des hormones LH et FSH a été testée après l'administration combinée de la dexaméthasone et de la GnRH. Suite au traitement à la dexaméthasone, les concentrations de la LH et de la testostérone ont chuté, mais après l'administration

* Istituto di Zootechnica - Facoltà di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Milano, via G. Celoria, 10 - 20133 Milano (Italia), tel. 02/2369444/11 fax. 02/70602227, e-mail: imiuevo@imiucca.csi.unimi.it

** Institut de Médecine Tropicale, Nationaestraat 155 B-2000, Antwerpen (Belgique)
Reçu le 23.12.97 et accepté pour publication le 11.03.99.

de la GnRH, les taux de la LH ont augmenté, tandis que la concentration de la testostérone est restée très basse. Dans le groupe contrôle, la testostérone a augmenté avec une allure stable et progressive. Les auteurs ont conclu que la maladie n'a pas eu d'effets sur l'hypophyse mais a altéré la fonction testiculaire.

On peut ainsi noter que les glandes endocrines impliquées dans le processus de reproduction sont fortement influencées par la TAA, indépendamment de l'espèce de trypanosome responsable et de l'hôte. La question qui se pose est de savoir si les lésions des ces organes sont dues ou non à l'action directe du parasite.

Il semble que l'atrophie de l'hypophyse et de la thyroïde, constatée lors de la maladie chronique provoquée par *T. congolense* et *T. vivax*, est le résultat d'une détérioration de l'état général et d'une diminution du poids vif des sujets malades. Chez les animaux où la maladie évolue d'une façon chronique, on a montré qu'il y a une importante chute des réserves de glycogène hépatique et une forte utilisation des hydrates de carbone par les trypanosomes. En plus, il y aurait une diminution de la glyconéogenèse et une altération de l'activité mitochondriale. Les altérations du métabolisme des lipides, des glucides et des protéines seraient donc à la base du déficit énergétique chez l'hôte (32), qui pourrait expliquer, avec la sensible perte du p.v. chez les animaux infectés, l'atrophie des glandes endocrines.

Les phénomènes de congestion et de fibrose observés dans les glandes endocrines des animaux infectés pourraient être dues à la libération d'autacoïdes tissulaires, notamment 5-hydroxytryptamine et bradykinine, qui changent la perméabilité vasculaire (32).

Même si certains auteurs ont rapporté la présence des trypanosomes dans les vaisseaux sanguins (*T. congolense*) et dans le stroma (*T. brucei*) de l'hypophyse, les expériences citées montrent que durant une infection à TAA, la glande garde toujours un certain degré de sécrétion hormonale. Les origines de l'hypogonadisme seraient donc extrahypophysaires.

Troubles de la reproduction chez la femelle non gestante

A partir de 40 jours p.i., des génisses de race Bunaji (*Bos indicus*) infectées avec *T. congolense* sont entrées en anoestrus, d'après l'expérience de Ogwu et Njoku (22). L'anémie progressive et l'hématocrite, qui atteignait 11%, ont provoqué la mort des animaux dans une période entre 50 et 113 jours p.i. Les observations macroscopiques et histopathologiques des organes de la reproduction des génisses sacrifiées ont montré l'atrophie des ovaires et du myomètre, l'absence de corps jaune et la dégénérescence polykystique.

La dégénérescence kystique des ovaires et l'endométrie sont rapportées aussi par Vohradsky (35) chez des vaches West African Shorthorn (*Bos taurus*), N'Dama (*Bos taurus*) et Sokoto Gudali (*Bos indicus*) infectées par *T. vivax*.

Un arrêt du cycle sexuel 28 jours après infection, autant au niveau sémiologique qu'hormonal, a été constaté par Lorenzini et al. (16) chez des génisses Boran (*Bos indicus*) expérimentalement infectées avec *T. congolense*. Les génisses N'Dama trypanotolérantes, qui ont été infectées en même temps, ont continué à cycloser pendant toute la durée de l'expérience.

Le dosage hormonal chez les deux races a montré que toutes les N'Dama ont eu des taux de progéstonémie normaux, tandis que les génisses Boran, entrées en anoestrus, avaient des faibles taux de la Progésterone (P₄).

L'anoestrus accompagné par de faibles taux de P₄ pendant des longues périodes a été signalé également par Luckins et al. (17) chez des vaches Boran infectées par *T. congolense*.

Chicoteau et al. (7) ont constaté une importante variation individuelle du comportement des vaches Baoulé trypanotolérantes exposées à un risque élevé d'infection à *T. congolense* et *T. vivax*. Suite à cette expérience, les auteurs concluent que l'exposition à un risque élevé trypanosomien altère la reproduction des femelles, y compris des vaches trypanotolérantes. Les altérations observées étant l'avortement et l'anoestrus consécutifs à la dégradation de l'état général, à l'hyperthermie et à l'anémie et en particulier à la perte de poids.

Dans une étude comparable, Llewellyn et al. (15) ont également observé l'arrêt du cycle sexuel et la perte de 8-21% du poids vif, chez des vaches Boran infectées avec *T. congolense*. Une partie de ces sujets est entrée en anoestrus 60 jours après infection et une autre partie présentait la persistance d'un corps jaune (CL).

Les observations sur le cycle sexuel chez des génisses Frisonne-Holstein infectées par *T. evansi* a été faite par Payne et al. (25). L'observation de décharge muco-cervicale et la palpation trans-rectale des ovaires ont indiqué une activité sexuelle normale chez tous les sujets jusqu'à 80 jours après infection. Une seule vache, dont la chute de poids a été la plus importante (16,2%) a cessé de cycloser.

Sur la base des résultats des recherches menées dans ce domaine, on peut déduire que la pathogénèse des lésions des ovaires peut être liée aux troubles de l'axe hypothalamo-hypophysaire ou à une moindre sensibilité des cellules cibles des ovaires aux gonadotrophines. L'atrophie des ovaires peut être consécutive à celle de l'hypophyse. Le déficit des hormones LH et FSH est responsable du manque de stimulation des ovaires, en empêchant le développement folliculaire, l'ovulation et la formation du corps jaune.

La dégénérescence kystique est également souvent due à l'absence du pic pré-ovulatoire de la LH (17). Il faut souligner que l'absence du pic de la LH peut être due à un défaut de libération du GnRH ou à une moindre sensibilité de l'adénohypophyse à cette hormone.

D'autre part, puisque le pic pré-ovulatoire de la LH est fortement influencé par le taux d'oestradiol sécrété par les ovaires, on peut supposer que l'augmentation de la LH, nécessaire à l'ovulation, n'a pas lieu, car la maladie a compromis la capacité de production d'oestrogènes par les ovaires. Ceci peut expliquer que l'anoestrus est dû soit au manque d'ovulation soit à la dégénérescence kystique.

La persistance du CL est généralement liée à un déséquilibre entre LH et PgF_{2α}. En effet, la destruction de l'endomètre par des causes différentes (p.ex. endométrites) empêche une bonne production des PgF_{2α},

de la GnRG, les taux de LH ont augmenté, tandis que la concentration de la testostérone est restée très basse. Néanmoins, la persistance du CL indique que l'hypophyse continue à sécréter les gonadotrophines, car le CL chez les bovins demande une stimulation trophique continue pour rester actif. Le problème se pose donc au niveau de la synthèse ou du transport des $PgF_{2\alpha}$ ou d'une diminution de la sensibilité à ces dernières au niveau du CL.

D'autre part, chez les sujets, qui présentaient un corps jaune persistant, la présence des trypanosomes dans le système microvasculaire de l'utérus pourrait être responsable d'une insuffisance de production de prostaglandines (notamment $PgF_{2\alpha}$), ou d'une insuffisance de $PgF_{2\alpha}$ qui arrivent à provoquer la lyse du corps jaune.

L'intégrité de l'utérus est donc indispensable afin que la lutéolyse permette le déroulement physiologique du cycle sexuel. La relation étroite entre la veine utérine et l'artère ovarienne semble être à la base du transfert contre-courant des $PgF_{2\alpha}$ de l'utérus aux ovaires (11).

Troubles de la reproduction chez la femelle gestante

Des avortements consécutifs à la TAA constituent un épiphénomène. Ils ont lieu à l'acmé de la maladie et à n'importe quel moment de la gestation. Lorsque les avortements sont précoces, ils ne laissent aucune trace de suspicion que l'infertilité et quand la gestation est avancée l'avortement est généralement parfait, avec expulsion du fœtus et des membranes fœtales. À ce sujet, on se pose depuis longtemps la question sur une éventuelle infection transplacentaire pour expliquer la pathogénèse de ces avortements.

En général, on admet que la transmission transplacentaire de *T. brucei* et *T. vivax* existe chez le bétail mais son importance n'est pas bien connue. Dans une culture cellulaire préparée à partir de cellules de la rate d'un fœtus bovin (d'une vache abattue) des trypanosomes ont été détectés (36).

Afin d'étudier l'influence de l'infection de *T. vivax* sur la gestation, Ogwu et al. (23) ont infecté des génisses Zébu (*Bos indicus*) au premier, deuxième et troisième trimestre de gestation. Les auteurs ont relevé un cas d'avortement sur quatre génisses gestantes infectées au 60^{ème} jour (premier trimestre), toutes les quatre génisses infectées après quatre mois (second trimestre) ont mené leur gestation à terme; tandis que trois des quatre génisses infectées au 7^{ème} mois (troisième trimestre) ont eu des mises bas prématurées et la 4^{ème} a conduit sa gestation à terme, mais le veau est mort 3 heures après la naissance. L'examen nécropsique des veaux morts prématurément a révélé des signes qui souvent accompagnent la trypanosomose: lympho-adénopathie, splénomégalie, hydrothorax et hydropericarde avec des taches de sang. *T. vivax* a été isolé du sang de l'un des veaux morts prématurément. Cette expérience prouve la possibilité d'une transmission transplacentaire de *T. vivax* chez les génisses.

Une infection expérimentale avec *T. vivax* chez des vaches Boran au troisième trimestre de gestation (24) a provoquée soit des mises bas prématurées soit des vêlages à terme. Chez les veaux, qui sont tous morts sauf un, aucun trypanosome n'a été détecté, mais chez

le veau survivant, les chercheurs ont trouvé *T. vivax* 57 jours après le vêlage.

Des avortements ont été signalés aussi chez des vaches N'Dama et Baoulé infectées de manière expérimentale par *T. congolense* à différents stades de gestation (8). Dans cette expérience, les auteurs n'ont pas remarqué de relation entre l'anémie (valeur hématocrite) des mères et les avortements.

Les enquêtes épizootiologiques menées par Kirby (1963), cité par Leeftang (14), dans un ranch au Nigeria ont montré que la trypanosomose était une des principales causes d'avortement du bétail White Fulani, Friesian et métisses.

Agyemang et al. (2) ont analysé les données, collectées pendant 3 années, sur la prévalence de la trypanosomose, le degré de l'anémie et l'évolution pondérale en rapport avec le stress induit par la gestation et la lactation dans 38 troupeaux de bovins N'Dama soumis à un challenge élevé par *Glossina morsitans submorsitans*. Ils ont conclu que l'état physiologique durant la gestation et la lactation tend à prédisposer les bovins N'Dama à la trypanosomose et à influencer défavorablement le taux de l'hématocrite et du poids des animaux infectés.

Afin d'évaluer les performances de reproduction, Trail et al. (34) ont trouvé une corrélation entre le taux de mise-bas et l'hématocrite des vaches N'Dama, naturellement infectées avec *T. congolense* et *T. vivax* et ils ont trouvé une augmentation de 3,3% du taux de vêlage pour chaque pourcentage au-dessus de la valeur moyenne de l'hématocrite.

Murray et al. (19) ont montré un comportement différent entre bétail Zébu et N'Dama dans une zone où le challenge naturel était constitué par *T. vivax*. Le bétail N'Dama s'est montré moins sensible à la maladie et n'a pas présenté des avortements, tandis que le bétail Zébu était sensible et il a précocement ou tardivement avorté. De même, Rowlands et al. (26) ont observé 8% d'avortements ou mort-nés chez des Zébu (East African Zebu) dans une zone à forte prévalence de la maladie.

Plusieurs mécanismes, agissant indépendamment ou simultanément, peuvent expliquer la pathogénèse des avortements trypanosomiens.

Parmi eux on peut retenir: 1) le déficit énergétique de la mère, qui ne permet pas le développement optimal du fœtus; 2) l'hyperthermie; 3) la libération de corticostéroïdes surrénals du fœtus et/ou de la mère. En effet, une augmentation de 15% du métabolisme de base et de 25% des besoins d'entretien pour chaque degré de température au-dessus de la norme ont été reportés (3). En conséquence, l'anorexie et les pics fébriles induites par la TAA pourraient être responsables du développement foetal déficitaire. D'autre part, le stress lié à la maladie pourrait provoquer une libération précoce des corticostéroïdes surrénals au niveau du fœtus et/ou de la mère. Ceci pourrait entraîner la disparition du CL gestatif et la production du P_4 et conduire de cette façon à l'avortement. Par contre, l'anémie de la mère ne semble pas être un facteur déclenchant l'avortement, puisque on a montré que son déroulement est indépendant de la valeur de l'hématocrite de la femelle gestante.

Même si la transmission transplacentaire de la trypano-

nosomose bovine expérimentale et naturelle a été observée, l'importance de ce mode d'infection sur la reproduction n'est pas connue d'autant plus que la plupart des examens parasitologiques d'avortons ou de prématurés ne décelent pas de trypanosomes. L'infiltration de leucocytes mononucléaires au niveau du placenta de vaches, qui ont avorté au troisième trimestre de la gestation, indique l'existence d'un processus inflammatoire de l'organe et laisse supposer une éventuelle invasion de l'agent étiologique.

Troubles de la reproduction chez le mâle

L'influence de la TAA sur l'appareil génital mâle a été évaluée directement, par observation des lésions des organes sexuels, ou indirectement par l'appréciation de la qualité de la semence.

Afin d'étudier l'influence de la TAA sur des taureaux, Sekoni et Sekoni et al. (27, 28, 29, 30, 31) ont infecté 2 groupes de bovins zébu avec *T. vivax* et *T. congolense*. Un troisième groupe a servi de témoin. À part des symptômes classiques de la maladie, les auteurs n'ont pas observé de lésions macroscopiques au niveau du scrotum ou d'altération de la circonférence scrotale chez les animaux malades. Par contre, dans l'épididyme des bovins infectés, ils ont observé une diminution très marquée des réserves spermatiques et dans les testicules des lésions de dégénérescence plus importantes chez les animaux infectés avec *T. congolense* que ceux infectés avec *T. vivax*. Le taux des anomalies morphologiques des spermatozoïdes chez les bovins infectés était significativement plus élevé ($P < 0,001$) que chez les taureaux témoins. Les auteurs ont émis l'hypothèse d'une dégénérescence testiculaire due à la fièvre à la base de ces troubles.

Un essai sur des bovins trypanotolérants (West African Shorthorn) a été conduit par Grundler et al. (8) afin d'évaluer l'importance des lésions testiculaires suite à une infection aiguë et chronique à *T. congolense*. Les symptômes classiques de la maladie (fièvre, parasitémie, chute du PCV) étaient évidents chez tous les sujets, mais leur intensité était faible. L'explication de ce comportement a été expliquée par la trypanotolérance de cette race et/ou par la faible pathogénicité de la souche de trypanosome utilisée. L'examen histopathologique a permis d'observer des lésions testiculaires uniquement dans les cas d'infection chronique. Aucun parasite n'a été détecté dans les tubes séminifères ni dans le tissu interstitiel des testicules.

Dans une étude comparative entre bétail N'Dama et Zébu soumis à une infection naturelle à *T. vivax* et *T. congolense*, Touré et al. (33) ont observé des lésions testiculaires exclusivement chez les taureaux Zébu qui ont manifesté une maladie aiguë à *T. vivax*.

L'effet d'une infection naturelle à *T. congolense* sur les testicules de taurins Baoulé a été étudié par Boly et al. (6). Les observations faites ont montré que chez les animaux infectés, la concentration des spermatozoïdes était de 30% inférieure à la normale et que le volume total des cellules de Leydig et la production quotidienne des spermatozoïdes par testicule étaient réduites de façon significative ($p < 0,05$).

Se basant sur la littérature consultée, on peut conclure qu'au niveau de l'appareil reproducteur mâle, la TAA a une influence directe sur les cellules de Leydig et sur

les cellules germinatives.

Puisque les tubes séminifères sont protégés par la barrière hémato-testiculaire, on pourrait exclure une influence directe des trypanosomes sur ces organes. D'ailleurs, la présence des parasites dans les tubes séminifères n'a été citée que très rarement. Les altérations de la semence, observées par plusieurs auteurs chez les animaux atteints de TAA, seraient donc vraisemblablement causées par une insuffisance endocrinienne (notamment de LH) et/ou par une diminution des récepteurs pour la LH sur les cellules de Leydig (6). Du moment que la spermatogenèse est directement contrôlée par les androgènes, un défaut de ces substances est à la base d'une réduction de la méiose et donc de la production des spermatozoïdes.

En effet, Grundler a observé (9) que la quantité et la qualité de la semence chez les taureaux s'altère à partir de 10 semaines p.i. Ceci correspond à la durée de la spermatogenèse chez les bovins.

L'atrophie de l'épithélium germinatif, induite par défaut hormonal, conduirait à la défoliation, la dégénérescence, la nécrose et la calcification de cet épithélium (10). Ceci provoquerait la stase du sperme et l'altération de l'épithélium séminifère, permettant le passage des spermatozoïdes dans le tissu conjonctif interstitiel. Puisque les spermatozoïdes sont interprétés, d'un point de vue immunitaire, comme un corps étranger, une réaction s'installe évoluant vers la formation de granulomes spermatiques.

D'autres mécanismes pathogènes de la TAA peuvent être à la base de ces événements tels que les accès fébriles, la production de substances toxiques de provenance parasitaire et l'altération de la perméabilité vasculaire. Bien que plusieurs auteurs affirment que l'hyperthermie est une importante cause des altérations de l'appareil reproductif mâle des animaux atteints par la TAA, Boly et al. (6) ont démontré qu'elle n'entraîne pas l'arrêt de la spermatogenèse, mais une simple réduction de ce processus. Néanmoins, il faut souligner que dans ce cas il s'agissait de taureaux trypanotolérants, chez lesquels les symptômes cliniques étaient peu prononcés. Donc, on ne peut pas exclure *a priori* l'influence des pics fébriles sur la pathogénèse de troubles de la reproduction chez le mâle.

Conclusions générales

Les troubles de la reproduction consécutifs à la TAA des bovins sont plus importants chez les animaux qui font une maladie chronique. Les lésions sont observées aussi bien chez le mâle que chez la femelle.

Bien que l'axe hypothalamo-hypophysaire montre une activité réduite durant l'infection, les lésions hypophysaires rapportées par la littérature ne semblent pas être causées directement par les trypanosomes. À la base de ces troubles, on soupçonne les altérations du métabolisme de base et la libération de produits inflammatoires au niveau des tissus.

En effet, les lésions des ovaires remarquées chez les vaches atteintes de TAA font supposer que la maladie compromet en premier lieu la fonction des gonades et de l'utérus, en provoquant indirectement une diminution de l'activité de l'hypophyse. L'anoestrus, qu'on observe chez les vaches infectées, serait donc une conséquence directe et indirecte de l'action du para-

site sur les ovaires et l'utérus.

Chez les vaches gestantes, l'avortement se manifeste surtout au 3^{ème} trimestre de la gestation. Le déficit énergétique de la mère, l'hyperthermie et la libération de corticostéroïdes surrénales seraient les causes principales de ce problème.

Chez le mâle atteint par la TAA, les altérations de l'appareil reproducteur semblent confirmer ce qu'on a trouvé chez la femelle. La maladie causerait un dysfonctionnement des récepteurs des gonades pour la LH, en produisant l'atrophie de l'organe, l'altération de l'épithélium germinatif et, par conséquent, les altérations de la qualité du sperme.

D'autres recherches sont nécessaires pour mieux cerner les mécanismes impliqués dans la pathologie de la reproduction consécutive à la TAA des bovins et elles devraient notamment s'intéresser aux bovins trypanotolérants qui, contrairement aux bovins trypanosensibles, survivent à la TAA et qu'on a des preuves que celle-ci provoque des lésions et des troubles fonctionnels de l'appareil reproductif. Cette suggestion est d'une grande importance d'autant que l'élevage de ce bétail est considéré comme un moyen d'améliorer la production animale dans les régions infestées de glossines et de surmonter les contraintes que la TAA fait peser sur l'élevage du bétail trypanosensible.

Références bibliographiques

1. Abebe G., Shaw M.K. & Eley R.M., 1993. *Trypanosoma congolense* in the microvasculature of the pituitary gland of experimentally infected Boran cattle (*Bos indicus*). *Vet. Pathol.*, **30**: 401-409.
2. Agyemang K., Dwinger R.H., Little D.A., Leperre P. & Grieve A.S., 1992. Interaction between physiological status in N'Dama cows and trypanosomose infections and its effect on health and productivity of cattle in Gambia. *Acta Tropica*, **50**, 91-99.
3. Boly H., Hochereau de Reviers M.T., Humblot P. & Thibier M., 1993. Effets pathogènes de *Trypanosoma congolense* sur le testicule des taurins Baoulé: histologie quantitative et morphométrique. *Rep. Nut. Dev.*, **33**, 541-550.
4. Boly H., Humblot P., Tillet Y. & Thibier M., 1994. Effects of *Trypanosoma congolense* infection on the pituitary gland of Baoulé bulls: immunohistochemistry of LH- and FSH-secreting cells and response of plasma LH and testosterone to combined dexamethasone and GnRH treatment. *J. of Rep. and Fert.*, **100**, 157-162.
5. Chicoteau P., Bassinga A., Sidibe I., Pobel T., Richard X. & Clausen, P., 1990. Influence de l'exposition, à un risque trypanosomien élevé sur la reproduction de vaches Baoulé au Burkina Faso. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, **43**, 4, 473-477.
6. Djabaku K., Grundler G., Fimmen H.O. & Adomefa K., 1985. Les avortements provoqués par *T. congolense* (Avetonou) chez les vaches N'Dama et Baoulé. Trypanotolérance et production animale, Pub. n°4, 1-4.
7. Grundler G., 1985. "The influence of trypanosomiasis on sperm quality". *Proc. of the 18th meeting of the OUA/ISCTR, Harare (Zimbabwe)*, 193-198.
8. Grundler G., Djabakou K., Hanichen T. & Adoméfa K., 1988. Lésions testiculaires des bovins infectés avec *Trypanosoma congolense*. Trypanotolérance et production animale, Pub. n°5, 17-23.
9. Hafez E.S.E., 1987. *Reproduction in farm animals*. Lea and Febiger, Philadelphia, USA.
10. Horst S.H. & Seifert, 1996. *Tropical Animal Health*. pp. 149-270. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
11. Ikede B.O., Elhassan E. & Akpavie S.O., 1988. Reproductive disorders in African trypanosomiasis: a review. *Acta Tropica*, **45**, 1, 5-10.
12. Leeflang P., 1975. The epizootiology of trypanosomiasis in ranch cattle (Shika, Agr. Res. Station, northern Nigeria) at some distance from known primary foci of savannah tsetse. *Proc. of the 14th meeting of the OUA/ISCTR, Dakar (Senegal)*, 94-100.
13. Llewelyn C.A., Munro C.D., Luckins A.G., Jordt T., Murray M. & Lorenzini E., 1988. The effects of *Trypanosoma congolense* infection on the oestrus cycle of the Boran cow. *Br. Vet. J.*, **144**: 379-387.
14. Lorenzini E., Scott J.R., Paling R.W. & Jordt T., 1987. The effects of *Trypanosoma congolense* infection on the reproductive cycle of N'Dama and Boran heifers. *Proc. of a meeting of the African Trypanotolerant Livestock Network*, 23-27 November, Nairobi, Kenya, 168-173.
15. Luckins A.G., Llewelyn C., Munro C.D. & Murray M., 1986. Effects of pathogenic trypanosomes on the mammalian reproductive system. In: Nuclear and related techniques in animal production and health. *Proceedings of an International Symposium*, 17-21 March 1986. Jointly organized by the International Atomic Energy Agency and the Food and Agriculture Organization, 351-363.
16. Murray M., Cifford D.J., Gettinby G., Snow W.F. & McIntyre W.I.M., 1981. Susceptibility to african trypanosomiasis of N'Dama and Zebu cattle in an area of *Glossina morsitans submorsitans* challenge. *Vet. Rec.*, **109**, 503-510.
17. Ogwu D. & Njoku C.O., 1991. Genital lesions in experimental *Trypanosoma congolense* infection in heifers. *Animal Reproduction Science*, **26**, 1-11.
18. Ogwu D., Njoku C.G. & Osori, D.I.K., 1985. Effects of experimental *Trypanosoma vivax* infection on pregnancy and fertility of heifers. *Proc. of the 18th Meeting OAU/ISCTR, Harare (Zimbabwe)*, 191-192.
19. Okech G., Luckins A. G., Watson E.D. & Makawiti D.W., 1996. Suspected in utero infection in a Boran heifer experimentally infected with *Trypanosoma vivax*. *Br Vet J*, **152**, 105-107.
20. Payne R.C., Sukanto I.P., Bazeley K. & Jones T.W., 1993. The effect of *Trypanosoma evansi* infection on the oestrus cycle of Friesian Holstein heifers. *Vet. Paras.*, **51**, 1-11.
21. Rowlands G.J., Malatu W., Authie E., D'Ieteren G.D.M., Leak S.G.A. & Nagda S.M., 1994. Effects of trypanosomiasis on reproduction of East African zebu cows exposed to drug-resistant trypanosomes. *Prev. Vet. Med.*, **21**, 3, 237-249.
22. Sekoni V.O., 1990. Effect of novidium (homidium chloride) chemotherapy on genital lesions induced by *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* infections in zebu bulls. *Brit. Vet. J.*, **146**, 181-185.
23. Sekoni V.O., Kumi-Diaka J., Saror D. & Njoku C., 1988. The effect of *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* infections on the reaction time and semen characteristics in the zebu bull. *Br. Vet. J.*, **144**, 388-394.
24. Sekoni V.O., Njoku C.O., Kumi-Diaka J. & Saror D.I., 1990. Pathological changes in male genitalia of cattle infected with *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense*. *Br. vet. J.*, **146**, 175-180.
25. Sekoni V.O., Njoku C.O., Saror D.I., Sannusi A., Oyejola B. & Kumi-Diaka J., 1990. Effect of chemotherapy on elevated ejaculation time and deteriorated semen characteristics consequent to bovine trypanosomiasis. *Br. vet. J.*, **146**, 368-373.
26. Sekoni V.O., Saror D.I., Njoku C.O. & Kumi-Diaka J., 1991. Effect of novidium (homidium chloride) chemotherapy on elevated spermatozoa morphological abnormalities in the semen of Zebu bulls infected with *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense*. *Animal Reproduction Science*, **24**, 3-4, 249-258.
27. Tizard I., 1985. *Immunology and pathogenesis of trypanosomiasis*. pp 234. CRC Press, Boca Raton, Florida.
28. Touré S.M., Gueye A., Seye M., Ba M.A., Mane A., 1978. Expérience de pathologie comparée entre bovins zébu et N'Dama soumis à l'infection naturelle par trypanosomes pathogènes. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, **31**, 293-313.
29. Touré S.M. & Mortelmans J., 1991. Impact de la trypanosomose animale africaine (TAA). *Bull. Séanc. Acad. r. Sci. Outre-Mer*, **36**, 239-257.
30. Trail J.C.M., d'Ieteren G.D.M., Murray M., Ordner G., Yangari G., Collardelle C., Sauveroché B., Maille J.C. & Viviani P., 1993. Measurement of trypanotolerance criteria and their effect on reproductive performance of N'Dama cattle. *Vet. Paras.*, **45**, 241-255.
31. Woo P.T.K. & Limebeer R.L., 1971. Evidence of intrauterine transmission of a trypanosome in cattle. *Acta Tropica*, XXVIII, 1, Miscellanea, 61-63.

Effets de l'inoculation de cinq espèces de *Glomus* sur la croissance et la nodulation en pépinière de *Racosperma auriculiforme* en République Démocratique du Congo.

B. Bulakali*, K. Lumande*, N. Luyindula**, N. Mbaya**, †T. Musasa*** & K. Mwange**.

Keywords: *Racosperma* - *Glomus* - Compatibility - Competitivity - Efficiency - Growth response - Kinzono.

Résumé

Racosperma auriculiforme a été inoculé en pépinière avec cinq espèces exotiques de champignons endomycorhiziens à vésicules et arbuscules (E.V.A.). Parmi elles, *Glomus clarum* s'est révélée plus performante. Comparée au témoin et aux autres espèces, elle a stimulé significativement ($P < 0,05$) la taille, la biomasse sèche caulinare, foliaire, radiculaire et totale aussi bien que le diamètre au collet des plantules. Son utilisation dans le repeuplement mycorhizogène de la savane herbeuse de Kinzono est envisageable.

Summary

Effects of Inoculation with Five *Glomus* Species on *Racosperma auriculiforme* Growth and Nodulation in a Nursery in the Democratic Republic of the Congo

Racosperma auriculiforme has been inoculated in a nursery with five exotic vesicular - arbuscular mycorrhiza (VAM) species. Among them, *Glomus clarum* revealed to be performant. Compared to the uninoculated control and others endomycorhizal species, it has stimulated significantly ($P < 0,05$) the plant height and the plant dry weight of shoot, root and total just as the plant stem diameter. Its utilization in the mycorrhizogone replanting of the Kinzono grassy savanna is to be envisaged.

Introduction

La savane herbeuse de Kinzono - localité sur le Plateau des Bateke à environ 150 km au Nord-Est de Kinshasa (République Démocratique du Congo) - est chaque année soumise à des feux de brousse incontrôlés susceptibles d'endommager les souches autochtones d'endomycorhizes (21). Ceux-ci perturbent la vie dans le sol, déjà pauvre et acide, de cette contrée. *Racosperma auriculiforme* (A. Cunn. ex Benth.) Pedley (Syn. *Acacia auriculiformis*), essence qui s'est bien adaptée aux conditions édaphoclimatiques du site, a été retenue pour son reboisement. Sa productivité moyenne annuelle est de 12 m³/ha/an de bois de feu de première qualité (5,15, 27, 33, 34).

Selon certains auteurs, cette productivité peut être améliorée par une sélection de propagules efficaces et compétitives adaptées aux conditions particulières du site. Les endomycorhizes ainsi sélectionnées doivent être inoculées en pépinière conjointement avec des *Rhizobia* (11,13,15).

La littérature rapporte à ce sujet les avantages potentiels d'une telle inoculation enregistrés chez *Acacia senegal*, *Acacia holosericea*, *Acacia sensu lato*, *Acacia auriculiformis* et *Acacia mangium* (10,11,13, 30, 37, 38) cultivés dans des conditions telluriques et climatiques différentes.

Le présent travail tente d'évaluer l'efficacité de l'inoculation de cinq espèces endomycorhiziennes sur la croissance et la nodulation en pépinière de *Racosperma auriculiforme*, afin de mettre en évidence la plus performante pour le repeuplement mycorhizogène de la savane herbeuse de Kinzono.

Matériel et méthodes

L'expérimentation a été conduite sur le site du Campus de l'Université de Kinshasa dont les coordonnées géographiques sont: altitude: 440 m; longitude: 15°17'17" Est; latitude: 4°21'57" Sud (20). Les conditions climatiques pendant la durée de l'expérience ont affiché les valeurs moyennes suivantes: température: 26,8°C; humidité relative: 72,6% et évaporation journalière de Piche: 2,5 mm. La précipitation enregistrée a été de 611,5 mm (2).

Origine et préparation du substrat de culture

Le sol utilisé provient d'une jachère de la savane de Kinzono - altitude: 650 m; latitude: 4°22' Sud; longitude: 16°17' Est; température moyenne: 25°C; pluviométrie annuelle moyenne: 1470 mm (21). Il a été séché à l'air libre, puis tamisé (maille: 3 mm). Ses caractéristiques chimiques et microbiologiques sont: pH (KCl IN): 4,6; C: 1,35% (43); N: 0,07% (7); C/N: 19,29; Matière organique: 3,3% (43); P. disponible: 102,7 ppm (6); C.E.C.: 102,7 ppm (6).

Ce travail est dédié à T. Musasa en hommage posthume.

* Université de Kinshasa, Département de Biologie, Faculté des Sciences, B.P. 190, Kinshasa XI, République Démocratique du Congo.

** Division des Sciences de la Vie, CREN-K, B.P. 868, Kinshasa XI, République Démocratique du Congo.

*** Division de radioagronomie, CREN-K, B.P. 868, Kinshasa XI, République Démocratique du Congo.

Reçu le 06.10.95 et accepté pour publication le 29.03.99

Tableau 1
Caractéristiques de l'inoculum E.V.A. utilisé.

Endomycorhizes à vésicules et arbuscules (E.V.A.)	Colonisation endomycorhizienne racinaire (%) (C.E.R.)	Moyenne charge sporale/100 g de sol (4 échantillons)
<i>Glomus clarum</i> Nicolas & Schenck	49	3.885
<i>Glomus intraradices</i> Schenck & Smith	25	4.773
<i>Glomus monosporum</i> Gerdemann & Trappe	67	4.666
<i>Glomus versiforme</i> (Karsten) Berch	38	2.603
<i>Glomus vesiculiferum</i> (Thaxter) Gerdemann & Trappe	54	2.038

5,5 meq/100 g (42); Ca: 0,4 meq/100 g; Mg: 0,1 meq/100 g; K: 0,1 meq/100 g; K/Mg: 1; Al³⁺: 0,43 meq/100 et 1742 spores endomycorhiziennes natives par 100 g de sol sec. Le sol a été conditionné en sachets en polyéthylène noir à raison de 1 kg/sachet.

La végétation prédominante du site est un stratum herbacé comprenant: *Hyparrhenia diplandra* (Hack) stapf; *Rynchelytrum amethysteum* (Franch.) Chiov. de la famille des Poaceae; *Aframomum albo-violaceum* (Ridl) K. Schum de la famille des Zingiberaceae et enfin *Dichrostachys cinerea* (Welw.) Brenan et Brummit de la famille des Mimosaceae.

Préparation de l'inoculum et inoculation des E.V.A.

Les cinq espèces de champignons endomycorhiziens à vésicules et arbuscules (E.V.A.) ont été offertes par le Centre de Recherche en Biologie Forestière, Université Laval, Ste-Foy, Québec.

Leur choix a été dicté par la présence dans le sol de la République Démocratique du Congo des genres endomycoflores suivants: *Glomus*, *Scutellospora* et *Gigaspora* (21).

L'inoculum de ces cinq champignons a été produit à la ferme selon la technique décrite par Sieverding (40). *Brachiaria ruziziensis* Germ. et Edv. a servi de plante-hôte. Le niveau de colonisation endomycorhizienne de cette Poacée a été vérifié après dilacérations de ses racines selon la technique de Philipps et Hayman modifié par le procédé de Koske et Gemma (24). Quant au recouvrement sporal extrait du sol prélevé dans un rayon et une épaisseur de 15 cm de la mycorrhizosphère de cette même essence, il a été réalisé par tamisage humide suivi d'une décantation (14). Les caractéristiques de cet inoculum endomycorhizien mixte sont présentées dans le tableau 1.

Chaque sachet en polyéthylène noir de 1 kg a reçu 4 g de segments de 2 cm des jeunes racines de *B. ruziziensis* et 30 g de sol prélevés dans sa mycorrhizosphère. Les sachets témoins ont reçu la même quantité d'inoculum stérilisé par autoclavage. L'inoculum endomycorhizien a été placé à environ 3 à 5 cm en dessous du semis sur toute la circonférence du sachet.

Traitement et semis des graines

Les graines de *R. auriculiforme* récoltées sur le campus de l'Université de Kinshasa, ont été scarifiées chimiquement par trempage et immersion dans de l'acide sulfurique concentré H₂SO₄ 94-97 %, V/V pendant 30 minutes. Elles ont ensuite été rincées abondamment à l'eau distillée stérile avant le semis. Chaque sachet a reçu 3 graines.

Dispositif expérimental

Les sachets en polyéthylène noir ont été disposés en 4 blocs complètement randomisés comprenant chacun 6 traitements: Témoin, *G. clarum*, *G. monosporum*, *G. versiforme*, *G. vesiculiferum* et *G. intraradices*. Chaque traitement comportait 10 plantules et avait été répété 4 fois. L'écartement entre les sachets a été de 40 cm dans la rangée et 40 cm entre les rangées. En pépinière, les semis ont été protégés par une ombrière faite avec des feuilles de palmiers. Un paillis de parche de café a été appliqué dans chaque sachet pour limiter les pertes d'humidité du sol et pour réduire le tassement lors de l'arrosage et par temps de pluie (8).

Récolte des plantules

A trois mois d'âge, toutes les plantules ont été récoltées après que des mesures de taille et de diamètre au collet aient été effectuées. Après le nettoyage des racines, les nodules ont été détachés, dénombrés et leur poids frais déterminé. Un échantillon représentatif de racines de chaque traitement a été prélevé pour vérifier la présence de colonisation endomycorhizienne. Les tiges plus les feuilles et les racines des plantules ont été séchées séparément à 75°C pendant 48 heures et puis leur biomasse sèche mesurée. Les analyses statistiques des données ont été faites selon le test de Waller-Duncan (44).

Résultats et discussion

La colonisation endomycorhizienne a été observée sur le système racinaire des plantules inoculées ou non. La présence des mycosymbiotes chez les plantes témoins constitue la preuve évidente de l'existence, dans le sol de Kinzono, des souches de champignons autochtones infectives.

Ef effet, certains genres d'endomycorhizes tels que *Glomus*, *Gigaspora* et *Scutellospora* ont déjà été signalés dans ce sol (21).

L'endomycorhization révélée chez les plantules inoculées résulte, sans nul doute, de la double action de champignons endophytes introduits et ceux existant dans le sol de Kinzono.

Corrolairement à la présence des endomycorhizes dans ce sol, la nodulation observée sur les racines des plantules de *R. auriculiforme* dans tous les traitements indique le piégeage par cette espèce végétale, du *Rhizobium* autochtone de Kinzono, comme rapporté par Mbaya et al. (28) dans une étude antérieure sur *R. auriculiforme* dans ce même sol.

La coloration rose ou rougeâtre décelée dans les nodules récoltés provient de la léghémoglobine, et traduit la spécificité (compatibilité plante - *Rhizobium*) et l'efficacité (fixation biologique de l'azote) de la symbiose entre la plante et son partenaire microbiologique (9,41).

Les plantules inoculées par *Glomus monosporum* et *Glomus versiforme* ont porté un nombre de nodules significativement ($P < 0,05$) inférieur par rapport aux autres traitements (15,41 et 12,48 nodules respectivement).

La faible nodulation statistiquement enregistrée par les 2 traitements (*G. monosporum* et *G. versiforme*) peut être attribuée à un effet antagoniste entre ces mycosymbiotes et les diazotrophes autochtones.

Dans l'étude de la symbiose *Glycine - Glomus - Rhizobium*, Bethlenfalvai et al. (4) ont mis aussi en évidence des effets antagonistes entre la colonisation endomycorhizienne et la nodulation dus à la compétition pour les glucides entraînant une baisse de productivité.

D'une manière générale, l'inoculation endomycorhizienne n'a pas exercé un effet dépressif sur la formation des nodosités. Ceci peut être attribuable à l'induction tardive de la nodulation et de la faible présence des cellules infectives rhizobiennes comme l'ont observé Mbaya et al. (28) dans le sol d'une part; et d'autre part de l'établissement presque simultané de ces bactéries symbiotiques autochtones et les endophytes se traduisent par une compatibilité (3, 4).

Les données sur le poids frais de nodules affichent une importante variabilité par rapport au nombre de nodules. Cette variabilité est probablement due au contenu en eau des nodules car la symbiose endomycorhizienne améliore l'absorption de l'eau de la plante (29). Le gain significatif ($P < 0,05$) observé en poids frais de nodules comparativement au témoin serait dû à une amélioration de la nutrition de ces bactéries symbiotiques indigènes en éléments biogènes indispensables et surtout phosphatée.

Ceci traduirait aussi l'énergie nécessaire supplémentaire fournie par la photosynthèse optimale des plants de *R. auriculiforme*. Ces résultats sont en accord avec ceux de Daft et al. (12), de Habte et Manjunath (16) et de Shanmugam et al. (39). Seule la réponse de l'endomycorhization de *G. versiforme* sur le poids frais de nodules a été significativement négative ($P < 0,05$) en comparaison aux 4 autres espèces.

Mis à part le traitement inoculé avec *G. intraradices*, tous les autres ont généralement enregistré, par rapport au témoin, un accroissement significatif ($P < 0,05$) de la taille, du diamètre au collet et de la biomasse sèche (parties aérienne et racinaire).

Malgré son pouvoir inoculant élevé (Tableau 2) et une bonne nodulation observée avec *G. intraradices*, l'inoculation avec ce champignon n'a pas sensiblement affecté la croissance des plantules par rapport au témoin. Cette contre-performance s'expliquerait par le degré de compatibilité entre cette espèce de mycosymbiote et *R. auriculiforme* lors de l'établissement des associations cytophysiologiques et aussi par les facteurs abiotiques (19, 25). Car, certaines études rapportent le bon comportement de ce symbiote fongique sur le soja, le pois cajan et le leucaena (22, 31).

L'action stimulatrice des endomycorhizes à vésicules et arbuscules sur la croissance de nombreuses espèces végétales a déjà été amplement discutée (1,8,18,22,36). Les mycorhizes facilitent, chez les plantes, l'assimilation de plusieurs nutriments minéraux et particulièrement du phosphore (17, 32, 35). Leurs effets sont souvent conjugués, chez les légumineuses, avec ceux du *Rhizobium*, ce dernier assurant à la plante une nutrition essentiellement azotée (12,13, 30, 37).

Dans la présente étude, un effet synergique entre le *Rhizobium* natif et les champignons endomycorhiziens inoculés a influé sur la croissance des plantules de *R. auriculiforme* à 3 mois d'âge.

De toutes les espèces d'endomycorhizes à l'étude dans cette expérimentation, les meilleurs résultats ont été obtenus avec *G. clarum* pour tous les paramètres considérés (Nodulation, taille, diamètre au collet et biomasse sèche).

Son efficacité serait due à l'adaptabilité de ce champignon aux variables écologiques, édaphiques et phytologiques ainsi que des avantages nutritionnels, métaboliques et prophylactiques qu'il procurerait à la plante-hôte (1,18, 22, 25). Il est aussi important de souligner que *G. clarum* provient de la Floride, une région du Sud-Est des Etats-Unis à climat subtropical et dont les coordonnées géographiques sont de 84° longitude Ouest et 28° latitude Nord.

La présence d'autres espèces de *Glomus* dans le sol de Kinzono est favorable à cette hypothèse (21).

Tableau 2
Réponse de *R. auriculiforme* inoculé avec cinq espèces de champignons endomycorhiziens.

	C.E.R.	Nodules		Plantules				
		Nombre/ Plantule	Poids frais (mg)	Taille (cm)	Diamètre au collet (mm)	Biomasse sèche (g)		
						Tiges + feuilles	Racines	TOTAL
Témoin	+	28,57a	64b	21,85c	3,56c	2,69c	0,68c	3,37c
<i>G. clarum</i>	+	25,77a	220a	45,83a	5,27a	11,06a	2,40a	13,46a
<i>G. monosporum</i>	+	15,41b	150a	31,82b	4,39b	5,74b	1,18b	6,92b
<i>G. versiforme</i>	+	12,48b	50b	28,91b	3,69bc	4,63b	0,98b	5,61b
<i>G. vesiculiferum</i>	+	25,67a	130a	28,25b	4,01bc	4,16b	0,93b	5,09b
<i>G. intraradices</i>	+	32,76a	190a	23,72bc	3,57c	3,34bc	0,85bc	4,19bc

Les valeurs d'une même colonne non suivies par la même lettre sont significativement différentes à $P < 0,05$ (Test de Waller-Duncan).

C.E.R. : Colonisation endomycorhizienne racinaire.

G : *Glomus*

+

L'action de *G. clarum*, couplée à celle du *Rhizobium* endogène responsable de la nodulation observée, a nettement amélioré le rendement de *R. auriculiforme*. Le gain global, par rapport au témoin, a été de 48%, 109% et 299% respectivement pour le diamètre au collet, la taille et la biomasse sèche totale des plantes étudiées, après 3 mois de culture. Grâce à la stimulation du système racinaire de 3,5 fois plus que le témoin par ce champignon endophyte performant (352%), les plants de *R. auriculiforme* de bonne qualité pour le reboisement s'adapteraient rapidement, en prenant contact avec le sol filtrant du site à reboiser soumis à des stress hydriques très significatifs dus aux feux de brousse incontrôlés.

Ces observations corroborent avec ceux rapportés par Langlois (26) sur les champignons ectomycorhiziens où il mentionne qu'un plant muni d'un bon système racinaire écologiquement adapté, c'est-à-dire porteur de mycorhizes, survit mieux et se développe plus rapidement en plantation. Car, ceci constitue un atout majeur du meilleur taux de survie et une meilleure vitesse de reprise des plants en plantation, bref d'un bon développement (8, 26).

Conclusion

Les endomycorhizes jouent un rôle important dans l'assimilation des éléments nutritifs minéraux par les plantes. Cette étude a mis en évidence l'effet positif de l'inoculation de *R. auriculiforme* avec les espèces exotiques de champignons endomycorhiziens à vésicules et arbuscules dans le sol pauvre et stressé de Kinzono au Plateau des Bateke.

Par rapport aux champignons endophytes locaux, l'action des symbiotes fongiques introduits a permis d'augmenter de façon significative ($P < 0,05$) la pro-

ductivité de *R. auriculiforme* en pépinière.

Il s'avère donc nécessaire de procéder à la sélection systématique des endomycorhizes à vésicules et arbuscules efficaces et adaptées au sol de Kinzono où s'effectue, depuis plus ou moins 19 ans, un boisement à grande échelle de *R. auriculiforme* (23, 26). C'est pour cela, le pouvoir infectieux de l'espèce endomycorhizienne *G. intraradices* sur les racines de *R. auriculiforme* en sol de Kinzono ainsi que son comportement drastique méritent d'être profondément évalués.

Pour ce premier criblage des espèces étrangères de *Glomus*, *G. clarum* s'est révélé plus adapté et plus performant dans ce sol. Son utilisation dans le repeuplement endomycorhizogène de la savane herbeuse de la localité de Kinzono est possible et à encourager.

Etant donné l'évidence de l'effet stimulateur de l'inoculation mycorhizienne sur la nodulation, une investigation approfondie sur la spécificité symbiotique légumineuse - *Rhizobium* - mycorhize est requise, afin de prédire l'effet de la présence simultanée de ce micro-symbiote dans la mycorrhizosphère de la plante-hôte (12, 38, 39).

Remerciements

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude au Centre de Recherche pour le Développement International (C.R.D.I.) à Ottawa, Canada, qui a subventionné ce travail de recherche dans le cadre du Projet Endomycorhizes No. 3-P-86-1031-02.

L'expression de notre profonde reconnaissance s'adresse également au Service National de Reboisement (S.N.R.) du Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme pour l'appui logistique mis à notre disposition.

Références bibliographiques

- Abbott L.K. & Robson A.D., 1984. The effect of VA mycorrhizae on plant growth. In: VA mycorrhiza. C.L1. Powell & D.J. Bagyaraj (éd.) CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 113-120.
- Anonyme, 1992. Relevé des données météorologiques du laboratoire de physique des sols et d'hydrologie du Département de physique des sols. CGEA/CREN-K.
- Bayne H.G. & Bethlenfalvy G.J., 1987. The *Glycine* - *Glomus* - *Rhizobium* symbiosis. IV. Interactions between the mycorrhizal and nitrogen - fixing endophytes. *Plant, Cell and Environment*. **10**: 607-612.
- Bethlenfalvy G.J., Brown M.S. & Stafford A.E., 1985. *Glycine* - *Rhizobium* symbiosis. II. Antagonistic effects between mycorrhizal colonization and nodulation. *Plant Physiol* **79**: 1054-1058.
- Bouyer S. & Damour M., 1964. Les formes du phosphore dans quelques types de sols tropicaux. *Transactions 8th int. Cong. Soil Sci.* **4**: 551-561.
- Bray R.H. & Kurtz L.T., 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus. *Soil Sci.* **59**: 39-42.
- Bremner, J.M. & Mulvaney C.S., 1982. Nitrogen total. In: *Methods of soil Analysis*, in: *Chemical and Microbiological properties*, part 2, 2nd ed. (eds. Pages A.L., Miller R.J. & Keeney D.R.) *Agronomy* **9**, Madison, Wisconsin, ASA-SSSA, 595-624.
- Bulakali B., Khasa P.D. & Luyindula N., 1992. Effets de la double symbiose *Rhizobium-Glomus* spp. sur la croissance de *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit en pépinière, et dix mois après transplantation au Zaïre. *Tropicicultura* **10**,4: 132-136.
- Caldwell B.E. & Vest H.G., 1977. Genetic aspects on nodulation and nitrogen fixation by legumes: the macrosymbiont. In: *A treatise on dinitrogen fixation # 3*. (eds. Hardy R.W.F. & Silver W.S.). John Wiley and sons. New-York 557-576.
- Colonna J.P., Thoen D., Ducoussou M. & Badji S., 1991. Comparative effects of *Glomus mosseae* and P fertilizer on foliar composition of *Acacia senegal* seedlings inoculated with *Rhizobium*. *Mycorrhiza* **1**: 35-38.
- Cornet F., Diem H.G. & Dommergues Y.R., 1982. Effet de l'inoculation avec *Glomus mosseae* sur la croissance d'*Acacia holosericea* en pépinière et après transplantation sur le terrain. In: les mycorhizes, partie intégrante de la plante, Colloques de l'INRA, **13**: 287-292.
- Daft M.J. & El-Giahmi A.A., 1976. Studies on nodulated and mycorrhizal peanuts. *Ann. Appl. Biol.*, **83**: 273-276.
- Dela Cruz R.E., Manalo M.Q., Aggangan N.S. & Tambalo J.D., 1988. Growth of three legume trees inoculated with VA mycorrhizal fungi and *Rhizobium*. *Plant and Soil*. **108**: 111-115.
- Gerdemann J.W. & Nicolson T.H., 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by Wet sieving and decanting. *Trans. Britol. Mycol. Soc.* **46**: 235-244.
- Gerkens M. & Kasali L., 1988. Productivité des peuplements d'*Acacia auriculiformis* sur le Plateau des Bateke au Zaïre. *Tropicicultura* **6**,4: 171-175.
- Habte M. & Manjunath A., 1991. Categories of vesicular-arbuscular mycorrhizal dependency of host species. *Mycorrhiza* **1**: 3-12.

17. Hayman D.S. & Mosse B., 1972. Plant growth response to Vesicular Arbuscular Mycorrhiza. III. Increased uptake of labile P. from soil. *New Phytol.* **71**: 41-47.
18. Hoepfner E.F., Koch B.L. & Covery R.P., 1983. Enhancement of growth and phosphorus concentrations in apple seedlings by Vesicular-arbuscular mycorrhizae. *J.Am.Soc.Hort.Sci.* **108**, 2: 207-209.
19. Howeler R.H., Sieverding E. & Saif S., 1987. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pasture. *Plant and soil.* **100**: 249-283.
20. Khasa P.D., 1987. Utilisation des endomycorhizes à vésicules et arbuscules en milieu tropical: études préliminaires d'une application au Zaïre. Thèse de maîtrise. Faculté de Foresterie et de géomatique. Université Laval. Québec. 81 p.
21. Khasa P.D., Furlan V. & Lumande K., 1990a. Symbioses racinaires chez quelques essences forestières importantes au Zaïre. *Bois et Forêts des Tropiques.* **224**: 27-33.
22. Khasa P.D., Furlan V., & Fortin J.A., 1990b. Effets de différentes espèces de champignons endomycorhiziens sur la croissance de dix espèces de plantes tropicales au Zaïre. *Tropicultura* **8.4**: 159-164.
23. Khasa P.D., 1993. Génétique de *Racosperma auriculiforme* et de *R. Mangium*. Thèse de Ph.D., Faculté de Foresterie et de Géomatique. Université Laval. Québec. 31-35.
24. Koske R.E. & Gemma J.N., 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.* **92.4**: 486-505.
25. Langlois C.G., 1988. Les ectomycorhizes: biologie et utilisation. In: Formation continue. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. Cours n°7. 11 p.
26. Lillelund H., 1982. Reboisement de Kinzono sur le plateau des Bateke. Rapport technique F.A.O.
27. Lubini A., 1988. Les sols, les jachères et les pâturages du Centre agricole de Mbankana (Kinshasa). Fondation Hanns-Seidel (Zaïre). Kinshasa. 32 p.
28. Mbaya N., Tshitenge W.K., Luyindula N., Kabinda ya P.P., Mwange K. & Nyembo K., 1990. Isolement et sélection des souches de *Rhizobium* chez *Acacia auriculiformis* en culture au Plateau des Bateke. Communication présentée lors des 3èmes journées scientifiques du C.G.E.A. en 1990. Sous presse dans la Revue Zaïroise des Sciences Nucléaires.
29. Menge J.A., Davis R.M., Johnson E.L.V. & Zentmyer G.A., 1978. Mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injury in avocado. *Calif. Agric.* **32**: 6-7.
30. Mohamed G. & Singh S.P., 1988. Effect of tripartite symbiosis on containerized *Acacia auriculiformis*. *Vaniki Sandesh.* **12**: 10-12.
31. Morandi D., 1987. VA mycorrhizae, nematodes, phosphorus and phytoalexins on soybean. In: Sylvia D.M., Hung L.L. & Graham J.H. (éd.) Proceedings of the 7th North American Conference on mycorrhizae. Gainesville, Florida 32611, USA. May 3-8. 212.
32. Mosse B., 1973. The role of mycorrhiza in phosphorus solubilization. In: Global impact of applied microbiology. conf. Sao Paulo. Brazil. 543-561.
33. Pedley L., 1986. Derivation and dispersal of *Acacia* (leguminosae), with particular reference to Australia, and the recognition of *Senegalia* and *Racosperma*. *Botanical Journal of the Linnean Society.* **92**: 219-259.
34. Playford J., Appels R. & Baum B.R., 1992. The 5S DNA units of *Acacia* species (Mimosaceae). *Plant Systematics and Evolution.* **183**: 235-247.
35. Plenchette C., 1982. Recherches sur les endomycorhizes à vésicules et arbuscules: influence de la plante-hôte, du champignon et du phosphore sur l'expression de la symbiose endomycorhizienne. Thèse de Ph.D. Université Laval. Québec. 192 p.
36. Plenchette C., Fortin J.A. & Furlan V., 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P fertility. II. Soil fumigation induced stunting of plants corrected by reintroduction of the wild endomycorrhizal flora. *Plant and soil.* **70**, 2: 211-217.
37. Reddel P. & Warren R., 1987. Inoculation of acacias with mycorrhizal fungi: potential benefits. In: Turnbull J.W. (ed.). Australian Acacias in Developing countries. Proceedings of an international workshop, Gympie, Qld. Australia. August 4-7-1986. ACIAR proceedings. **16**: 50-53.
38. Roughley R.J., 1987. Acacias and their root-nodule bacteria. In: Turnbull J.W. (ed.). Australian Acacias in Developing countries. Proceedings of an international Workshop, Gympie, Qld. Australia August 4-7-1986, ACIAR Proceedings **16**: 45-49.
39. Shanmugam K.T., O'Gara F., Andersen K. & Valentine R.C., 1978. Biological nitrogen fixation. *Annu. Rev. Plant Physiol.* **29**: 263-276.
40. Sieverding E., 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Research Bulletin 194, Hawai'i Institute of tropical agriculture and Human resources. 82 p.
41. Skinner K.J., 1976. Nitrogen fixation. *C. and En. Oct.* **4**: 23-35.
42. Stuanes A.O., Ognier G. & Open M., 1984. Ammonium nitrate as extracted for soil exchangeable - cations, exchangeable acidity and aluminium. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* **15**: 773-778.
43. Walkey A. & Black I.A., 1994. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* **37**: 29-38.
44. Waller R.A. & Duncan D.B., 1969. "A Bayes rule for the symmetric multiple comparison problem". *Journal of American Statistical Association.* **64**: 1484-1499.

B. Bulakali: Congolais. Ingénieur en Sciences agronomiques, Chef de travaux au Département de Biologie de l'Université de Kinshasa.

K. Lumande: Congolais. Docteur en Sciences botaniques, Professeur au Département de Biologie de l'Université de Kinshasa.

N. Luyindula: Congolais. Docteur en Sciences botaniques, Directeur de Recherche au Centre Régional d'études nucléaires de Kinshasa.

M. Mbaya: Congolais. Docteur en Sciences botaniques, Chargé de Recherche au Centre Régional d'études nucléaires de Kinshasa.

T. Musasa: Congolais. Ingénieur en Sciences agronomiques, Attaché de Recherche au Centre Régional d'études nucléaires de Kinshasa. Décédé en Juin 1994 en France.

K. Mwange: Congolais. Licencié en biologie, Assistant de Recherche au Centre Régional d'études nucléaires de Kinshasa.

Strategy of Utilization of Locally Available Crop Residues and By-Products for Livestock Feeding in Tunisia

Aziza Moujahed-Raach*, N. Moujahed** & C. Kayouli*.

Key Words: Crop residues; By-products; Livestock; Feeding

Summary

Important quantities of crop residues and by-products are yearly available in North African countries. This paper presents the screening of the most important by-products in Tunisia, their nutritional characteristics and the appropriate strategies to use most of them in order to improve ruminants feeding systems.

One or several by-products are specific of each region of the country, but most of them are localized in the northern region. Some of the agricultural wastes are available in important quantities but are of nutritionally poor or moderate qualities (straw, olive wastes, poultry litter, etc), while others are produced in limited amounts but are of very interesting feeding values (sugar beet pulp, brewers grain, date residue, etc).

The main applied strategies to valorize Tunisian agricultural by-products consist in ammoniation of cereal straws along with supplementation with multinutrient blocks and formulation of balanced diets based totally or partially on them. These alternatives are crucial in the improvement of feeding values of studied diets and animal performances essentially by improving microbial activity in the rumen. In Tunisia such solution could be applied both in extensive and moderate animal production systems.

Résumé

Stratégie d'utilisation des résidus de récolte et des sous-produits locaux pour l'alimentation des ruminants en Tunisie

Des quantités importantes de résidus de récolte et de sous-produits sont chaque année disponibles dans les pays d'Afrique du Nord. Dans cet article, nous présentons des résultats originaux concernant l'inventaire des plus importants de ces résidus en Tunisie et leurs caractéristiques nutritionnelles. D'autre part nous discutons de certains travaux réalisés dans notre laboratoire portant sur les stratégies appropriées pour l'utilisation de certains résidus afin d'améliorer les systèmes d'alimentation des ruminants.

Généralement, chaque région du pays est caractérisée par la production de l'un ou de plusieurs de ces sous-produits, mais les plus importantes quantités sont disponibles dans les régions du Nord. Certains de ces résidus agricoles sont disponibles en grandes quantités, mais présentent une valeur alimentaire moyenne voire faible (pailles, sous-produits de l'olivier, fientes de volailles...). Cependant, d'autres résidus sont produits en quantités limitées, mais présentent une bonne valeur alimentaire (pulpes de betterave, drêches de brasserie, déchets de dattes...).

Les principales stratégies envisagées pour la valorisation des sous-produits agricoles en Tunisie, sont l'ammonification des pailles et leur complémentation par les blocs multinutritionnels, ainsi que la mise au point de rations équilibrées basées totalement ou partiellement sur ces ressources. Ces alternatives ont permis d'améliorer la valeur alimentaire des régimes, ainsi que les performances animales, essentiellement par l'amélioration de l'activité microbienne dans le rumen. En Tunisie, ces stratégies pourraient être envisagées aussi bien dans les systèmes extensifs de production que dans les systèmes modérés.

Introduction

The animal production in North African countries is mainly limited by inadequate nutrition due to a low availability of forage resulting from frequent droughts and a low nutritive value of the produced forages. A large part of the requirements are consequently covered with imported feedstuff such as maize, barley and soybean

meal. Furthermore the North African countries have a drastic cereal deficit for human consumption.

On the other hand, large amounts of by-products and crop residues are yearly available; they present a large diversity of nutritional characteristics. They could be

* Institut National Agronomique de Tunisie, DSPAP, 43 Av. CH. Nicolle, 1082 Tunis, Tunisie.

** Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne, 1121, Mograne, Tunisie

Les travaux présentés dans cet article ont été réalisés dans le cadre du programme de recherche du Laboratoire de Nutrition Animale de l'Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), sous la direction de Monsieur le Professeur C. Kayouli.

Received on 10.09.98 and accepted for publication on 23.06.99.

Table 1
Principal Tunisian by-products and crop residues

By-products	Production (tons)	Principal production regions	Period of production
Cereal straws	1.5 million	North	June - August
Pressed olive cakes	200 000	North and center	November -February
Olive leaves and twigs	750 000	North and center	January - March
Raisin kernels	10 000	North-east	September - November
Sugar beet pulp	65 000	North - west	June - July
Tomato pulp	19 000	North-east	July - August
Brewers grain	4 600	Tunis	All the year
Wheat bran	3.5 million	Southern oasis	all the year
Date fruit residues	10 000	North - east	November - January
Poultry litter	700 000	North and centre	all the year

valorised essentially by ruminants which are able to degrade fibre and to use non protein nitrogen.

Different experiments were carried out in our laboratory in order to develop an appropriate strategy to improve ruminant feeding systems based on better use of locally available resources. This paper aims to report unpublished results concerning by-products importance and nutritive value, and to discuss some published works dealing with strategies to optimise the use of some of them in feeding ruminants.

The inventory of locally available by-products

In order to estimate the quantities of the most important Tunisian by-products, a large enquiry was carried out about their origin, the produced quantities, their availability and their current use. Data were collected from various branches of the Tunisian Department of Agriculture, and mostly, directly from the producers (farms, industries). For controlled production residues, estimation of produced quantities was based on the amount of transformed raw material and their specific transformation rate. Table 1 summarizes the characteristics of the main by-products and crop residues in Tunisia.

Cereal straw: In Tunisia, there is about 1.5 million tons of straw yearly produced from wheat, barley, oat and triticale. This amount is related to grain production and therefore, varies largely from one year to another. Straw is available all over the country and especially in the North (about 75%). These residues constitute a traditional feedstuff for sheep and cattle (about 50%), the remaining quantities are used as litter.

Olive residues and wastes: The production of olive oil is of importance in the Tunisian economy. Olive trees cover about 1.5 million ha (about 57 millions of trees) especially in the northern and the central parts of the country. Olive oil production yields large amount of residue and by-products each year, such as olive cakes and olive leaves and twigs.

More than 200 000 tons of residue (olive cakes) are produced yearly from oil extraction out of 1400 oil-plants. Since the use of olive by-product in ruminant nutrition is limited, it is used generally as fuel.

The pruning of olive trees gives about 750 000 tons of residues which are used as traditional feedstuff in olive producing zones. It should also be noted, that important quantities are used as fuel by rural population.

Raisin kernels: In Tunisia, the vineyards cover about 27 000 ha. There are 40 factories (60% in the north eastern part of the country) which produce yearly 10 000 tons of grape wine residues made of fruit pulp and kernels. The by-product of wine is generally used as fuel and only about 10% is directed to feed ruminants by some farmers.

Sugar beet pulp: The area for the production of sugar beet is nearly 5 700 ha. The sugar beet is treated in two factories located in the North-west. The processing gives annually about 65 000 tons of sugar beet pulp, which is ensiled by farmers and used for intensive livestock systems, especially for dairy cattle feeding.

Tomato pulp: In recent years, tomato canning is widely developed in Tunisia. About 25 000 ha are annually cultivated and 42 tomato canneries, principally localized near Tunis or in the North eastern regions, produce annually 20 000 tons of tomato pulp. This by-product is more and more stored as silage, and used for cattle feeding.

Brewers grain: The annual production of brewery grain is relatively limited to 5.000 tons from the sole brewery factory near Tunis. It is totally collected by farmers for dairy cows feeding.

Wheat bran: Tunisia is traditionally a large consumer of wheat bread. Wheat is treaded in 21 mills that produce almost 3.5 millions tons of wheat bran each year. Most of mills are localized in the region of Tunis, and all the bran is used directly by farmers in animal feeding or by factories to make compound feed.

Date residues : Date palm trees are widely developed in Tunisia's southern oases, and occupy about 22 000 ha. The annual production of date is about 80 000 tons. Harvesting and packaging dates leave about 8 000 tons of fruit wastes which are frequently used to feed goats, dromedaries and to a less extend for sheep.

Poultry litter: In Tunisia, the intensive poultry industry has known a considerable leap during the two last decades. Consequently, a large amount of excreta and litter is produced, which raises a serious pollution threat in some areas. Enormous quantities of these wastes are available during the year (about 700 000 tons) mainly in the North-eastern region of the country. Poultry litter is currently used as a soil fertilizer or accumulated in dumping grounds. The utilization of poultry litter in animal feeding is world wide practice (9); but in Tunisia, this alternative is not very frequent in spite of several research trials carried out since 1988. The results are successfully applied by some farmers.

Table 2
Chemical composition, *in sacco* digestibility, gas and VFA production and energy value of studied crop residues and by-products.

By-products	Dry matter (%)	Ash (% DM)	Nx6,25 (% DM)	ADF (% DM)	OMD (%)	Gas ml / g OM	VFA mmol / gOM	UFL
Wheat Straw	89.0	7.4	3.7	40.7	40.1	70.7	3.6	0.38
Olive cakes	45.5	11.5	4.0	46.5	36.3	45.4	1.6	0.34
Olive leaves	56.8	3.6	10.5	29.9	60.3	54.5	3.2	0.65
Raisin kernels	37.1	9.2	13.8	45.7	52.2	73.7	6.6	0.35
Sugar beet pulp	17.2	6.2	9.1	31.6	86.2	140.5	9.6	0.85
Tomato pulp	25.5	4.5	21.5	35.0	59.9	100.3	5.3	0.61
Brewery grains	24.3	4.0	28.5	22.1	75.4	208.6	8.9	0.80
Wheat bran	89.1	7.0	16	13.7	71.9	166.7	8.5	0.73
Dates residues	87.6	2.5	3.2	7.8	93.8	178.6	10.1	1.11
Poultry litter	70.6	15.4	23.5	24.9	65.9	120.5	6.5	0.68

OM: organic matter

OMD: *in sacco* digestibility (48 hours) of OM

VFA: volatile fatty acids.

UFL/kg DM: unité fourragère lait; results are obtained from the knowledge of the *in sacco* digestibility and the Metabolisable Energy of VFA (acetic, propionic and butyric acids) according to stoichiometric equations of Demeyer (1991).

N : nitrogen

Determination of nutritive value of by-products and crop residues

Locally available crop residues and by-products are largely variable and their chemical composition is often insufficient to characterize their nutritional value. Therefore, for a better understanding of the digestion processes, we established simple nutritional evaluation techniques based on chemical composition, fermentation characteristics and on degradation measured by the *in sacco* and *in vitro* methods.

Used methodology

In vitro determination

In vitro determinations were made on 10 substrates (Table 2) and carried out using Batch system (6).

Rumen contents were collected before the morning feeding out of 2 fistulated sheep deprived of water 12 h earlier and fed 500 g of oat hay and 500 g of concentrate in 2 equal meals per day. The inoculum was introduced into each fermenter made of a one liter flask. The inoculum was composed of 100 ml of filtered rumen fluid, 100 g of solid rumen content and 200 ml of artificial saliva saturated with CO₂ at 40°C (pH = 6.8). In addition, 187 mg of soluble nitrogen provided by a (NH₄)₂ SO₄ solution were added to the fermenter. Each substrate was studied as following:

- two fermenters with inoculum + (NH₄)₂ SO₄ (187mg N) + x g of OM of substrate providing 125 mg of N,
- two fermenters with inoculum + (NH₄)₂ SO₄ (187 mg N) for control.

Liquid samples (9 ml) were taken from the fermenters at the beginning of incubation (t₀) and after 24 h. They were mixed with 1 ml of conserving solution (1% (w/v) HgCl₂ and 5% (v/v) H₃PO₄) and conserved at -20°C for volatile fatty acids (VFA) analysis. Gas production was recorded at 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 24 h in 2 litres graduated cylinder which is inverted and filled with a CaCl₂.

2H₂O solution (30% (w/v)). Kinetic of gas production was fitted according to the following model:

$y = a(1 - e^{-ct})$, in which:

y : gas production at time t, (ml);

a : potentially gas production, (ml);

c : rate of gas production, (h⁻¹).

In sacco organic matter digestibility

Two Holstein cows fitted with rumen fistula were used for *in sacco* measurements. Both received 2 equal meals at 8h 30 am and 4h pm. The diet (75 g/kg^{0.75}) consisted of 70% of ray-grass hay and 30% of concentrate. The samples were ground with a 1 mm screen, and 5 g of each substrate was introduced in nylon bags (42.5 µm, 15 mg/cm²) and then incubated in the rumen for 48 hours. The retired bags were washed in a machine (4 times of 5 min) and then dried at 60°C for 48 h. Organic matter was analyzed to determine 48 h OM digestibility. For every substrate, 4 replications (2 bags for each animal) were used.

Chemical analysis

Substrate were analyzed according to the AOAC (1) methods. VFA were analyzed following the method described by Jouany (5). Energy value is determined according to the French System (UFL) but based on stoichiometric equations (2).

Results

Results are presented in table 2

Cereal straw: Straw is a poor quality forage : low nitrogen and high cellulose contents with low *in sacco* digestibility. Fermentations expressed by gas and VFA production are, therefore, low. This low nutritive value is essentially due to high content of lignin

Pressed olive cakes: Olive cakes contain a large

amount of kernel fragments responsible for their high content of lignocellulosic materials representing half of dry matter content ; nitrogen content and digestibility are also very low. Production of gas and VFA are very limited, indicating that olive cakes are very poor feedstuff and therefore they could not be recommended as sole ingredient food.

Fresh olive leaves and twigs: Olive leaves and twigs are relatively high in nitrogen with a moderate content of cell wall. *In sacco* digestibility is relatively high compared to current values; this is probably due to young age of the tree. Gas and VFA production are moderate. These residues are nutritionally better than olive cakes and straw. Nevertheless, their nutritive value is fickle, mainly because of lignocellulosic content, depending on the pruned wooden parts production and the trees age.

Raisin kernels: The chemical composition of grape wine residues is similar to straw, but they are higher in nitrogen, more digestible and produce more gas and VFA.

Sugar beet pulp: Sugar beet pulp is deficient in nitrogen and relatively high in fiber, while *in sacco* digestibility is very high. This is probably due to high digestibility of the fibre fraction which is poor in lignin. Sugar beet pulp is highly fermented, as indicated by high production of gas and VFA. These nutritional characteristics are close to those for a concentrate.

Tomato pulp: Tomato pulp is an interesting feedstuff. It is high in nitrogen which is lowly degraded in the rumen (4). We noted also suitable gas and VFA productions and then nutritional value.

Brewers' grain: This substrate is characterized by high nitrogen content. Brewery grain is also highly fermented and digested, with an important production of gas and VFA. The proportion of acetate is high and could be related to the high content of digestible fibre (13). It presents therefore a high nutritive value.

Wheat bran: Wheat bran has a relatively important nitrogen content and is highly digestible. Gas and VFA productions are also important with a relatively high proportion of butyrate and propionate. Similar observations were shown *in vitro* (3). Wheat bran presents a substantial nutritive value

Dates residues fruits: Nitrogen and mineral contents are very low while they are very high in cytoplasm carbohydrates. These wastes are well fermented and almost completely digested because of high sugar content.

Poultry litter: Poultry litter has a important nitrogen content; gas and VFA production are also high.

The *in vitro* techniques and stoichiometric equations based on the processes of digestion could be considered as promising methods to evaluate and to classify the nutritive value of locally available crop residues and by-products. A highly positive correlation was found between *in sacco* organic matter digestibility and VFA production ($r = 0.83$). Furthermore, the energy value (French system UFL) was calculated with a suitable accuracy according to stoichiometric equations based on the digestibility and the molar proportion of VFA.

Different applied strategies to improve local resources

Ammoniation of cereal straws

Straw is frequently the main feedstuff for cattle and sheep during the winter season in the North of Tunisia. However, straw is a poor quality forage with a low nitrogen content and digestibility, leading to low intake. Straw ammoniation is a well known and proved technology to increase the nutritive value. Straw treatment with 3% anhydrous ammoniac is widely used in the North of the country where 10 000 tons are treated yearly. Ammoniation of straw by urea-ensiling (5% of urea) has been applied also during the past years. This process is expected to extend because of the recent increase of anhydrous ammonia price and also because of the simplicity of the urea treatment. Recently, we compared wheat straw treated with ammonia or urea and fed to sheep during 4 dry season months (10). Results in table 3 show that ammoniation with 3.5% anhydrous ammonia or with 5% urea (water added: 45%) increased significantly nitrogen content and *in sacco* digestibility. Moreover, treated straw intake was increased by 30%. Ewes lost weight when fed untreated straw while they maintained their weight and even they gained weight when offered treated straw. The weight gain reached 4 and 5.7 kg after 120 days trial period respectively for urea and ammonia

Table 3
Nitrogen content, *in sacco* digestibility, feed intake and liveweight variation of ewes fed untreated, treated wheat straw and multinutrient blocks (30 animals per treatment; 120 days trial) (10)

	N x 6.25 (% DM)	72 h <i>in sacco</i> digestibility (%)	Intake (g DM / kg P ^{0.75})	Liveweight variation (kg)
Untreated wheat straw	5.0 a	45.0 a	43.0 a	- 2.8 a
Urea treated straw (5%)	11.0 b	55.0 b	56.0 b	+ 4.0 b
Anhydrous ammonia treated straw (3.5%)	12.0 b	57.0 b	58.0 b	+ 5.7 c
Untreated straw supplemented with feedblocks	-	-	60.0 c	+ 6.4 c

a, b, c : averages in the same column with different letters are significantly different (P < 0.05)

Multinutrient blocks are composed of (%): molasses (10), urea (8), poultry litter (20), wheat bran (20), olive cakes (15), cement (15), salt (6), minerals (6).

treated straw (Table 3). Such effect of ammoniated treated straw has been observed elsewhere (12). Some other aspects are to be considered for the treatment of straw. Unpublished experiments carried out in our laboratory showed differences between various species of cereal straw in terms of chemical composition and *in sacco* digestibility. When treated with urea, the increase of nitrogen content and *in sacco* digestibility is more important for the initially poor and less digestible straws before treatment. The same experiments showed that the feeding values of vetch-oat hay, the most important forage cultivated in Tunisia, are low and close to that of the untreated straw; this hay could be replaced totally or partially by the treated straw in feeding ruminant.

Multinutrient blocks as supplement of poor quality forage

The feeding system of extensive livestock is based mainly on poor grazing straw stubble and grassland areas during the long dry season (from June to November). Furthermore, the supplementation of animals with concentrate is not a widespread practice because of its high price. So, animals are often characterized by a marked liveweight loss and depraved appetite. The least cost system to improve the nutritional status of animals during dry season is the supplementation with multinutrient blocks. They constitute a strategic catalytic supplement for better valorization of poor quality forage, so, microbial activity is enhanced and finally, digestion and intake are increased (11). The feedblocks are made from local by-products containing urea and minerals. Our experiments carried out in Tunisia (10) show that feedblocks are a promising technique to supplement sheep during dry season. In the trials with treated and untreated straws (Table 3), we added a fourth group of ewes supplemented with multinutrient blocks. The blocks are composed on a dry matter basis of molasses (10%), urea (8%), poultry litter (20%), wheat bran (20%), olive cakes (15%), cement (15%), salt (6%) and minerals (6%). An average feedblock intake of 180 g per day significantly increased straw intake (40%) with, as result, a positive liveweight variation of 6 kg. Non supplemented ewes lost 2.8 kg liveweight during the same experimental period of 120 days. This supplementation is currently applied with success by some nomadic farmers who reported good health and positive liveweight variation with sheep grazing straw stubble.

Formulation of rations based on local by-products

Crop residues and by-products present a large variation in their chemical composition, digestibility and fermentation pattern. Several among them can not constitute the basal animal ration. The strategy of the nutritionally acceptable rations at the lowest cost is to combine different by-products. Our objective, when formulating such combination, was to create favourable conditions to rumen microbes in order to induce an optimal lignocellulose digestion and microbial synthesis.

In this respect, some by-products, mainly those with high nitrogen content, could be considered as a sui-

Table 4
Feed intake and performance of growing lambs fed an ensiled poultry diet or concentrate diet (12 animals per treatment; 66 day trial) (8)

	Ensiled poultry litter diet ¹	Concentrate diet
<i>In vivo</i> OM digestibility (%)	61.4	74.9
Retained nitrogen (g/day)	33.0	37.2
Feed intake (g DM/day)	1520.0	1098.0
Daily gain (g/day)	252.8	221.2
Feed conversion ratio (kg DM /kg of gain)	6.1	5.4
Carcass yield (%)	47.5	45.1
Feed cost (U.S.\$ / kg gain)	0.4	0.8

(1): Poultry litter was ensiled with olive cakes and wheat bran in the following proportion on a dry matter basis: 45:45:10 w/w/w. Water was added to obtain 50% DM in the silage.

table strategic supplement allowing a better valorization of crop residues and other feedstuffs deficient in nitrogen and / or with high cellulose content. So olive cakes, wheat straw, raisin kernels and olive leaves and twigs could be reasonably associated to tomato pulp, brewery grain and poultry litter. Sugar beet pulp and dates fruit are also interesting energetic resources and could form well balanced feed rations when associated to the nitrogenous by-products. Some rations were studied and largely used by several farmers in Tunisia. Poultry litter has been successfully ensiled with olive cakes and wheat bran (45:45:10% w/w/w, dry matter basis). Results indicated that six weeks later, the ensiling technique was efficient for conservation of poultry litter at a low cost and eliminated health hazards. The litter silage was substituted for commercial concentrate and soybean meal and fed to lambs in a growing trial during 66 days (8). Results in table 4 show that daily gain and feed intake obtained with experimental diet were higher than with concentrate diet; furthermore feed cost was lowered by 50% in poultry litter silage group.

In an other trial on beef fattening (7), an experimental diet containing sugar beet pulp and poultry litter was compared to a control diet (sugar beet pulp and concentrate with high proportion of soybean meal) fed to fattening beef during a 150 day period. Animal performance (growth rate, feed conversion ratio and carcass quality) were similar, while the ration cost was reduced by 20% within experimental diet (Table 5).

Conclusions

It is concluded that the large potential of by-products

Table 5
Performance of growing beef (salers breed) fed sugar beet pulp supplemented or not with different levels of poultry litter substituting soya-bean in concentrate

	Diet 1	Diet 2	Diet 3
Daily gain (g/day)	1194	1163	1103
Feed conversion ratio (kg DM/kg gain)	7.25	8.5	9.5
Meat yield (%)	63.8	64.8	64.1
Feed cost (US\$/kg of gain)	1.556	1.288	1.283
Profits (US\$/head)	48	109	100

Diet 1: Poultry litter, 0%; Diet 2: Poultry litter, 15.09% of total ration; Diet 3: Poultry litter, 24.28% of total ration.

and crops residues in Tunisia as well as in the other countries of North Africa could be used more efficiently when they are associated to constitute a low cost and balanced supplement or basal ration. Nowadays, this strategy has acquired increasing relevance and importance to several Tunisian farmers because of the lack of good quality forage and also because of the

high price of concentrate due to the lack of subsidised imported feed ingredients.

Acknowledgments

We gratefully acknowledge Pr J.P. Jouany (INRA, Theix, France) and Pr D. Demeyer (U. Gent, Melle, Belgium) for their scientific guidances.

Literature

1. AOAC., 1985. Official Methods of Analysis. Association of official Analytical Chemists, Washington, DC.
2. Demeyer, D.I., 1991. Quantitative aspects of microbial metabolism in the rumen. In Rumen Metabolism and Ruminant Digestion. pp 217-231. INRA (Editor: J.P. Jouany, 1991).
3. Durand, M., Dumay, C., Beaumatin, P. & Morel, M.T., 1988. Use of the rumen simulation technique (RUSITEC) to compare Microbial digestion of various by-products. Anim. Feed and Technology, **21**: 2-4, 197-204.
4. Gasa, J., Castrillo, C. & Guada, J.A., 1988. Nutritive value for ruminants of the canning industry by products : 1. Tomato pomace and pepper residues. Investigacion Agraria , Produccion-y-Sanidad-Animales. **3**: 1, 57-73;29
5. Jouany, J.P., 1982. Volatile fatty acids and alcohols determination in digestive content silage juices, bacterial cultures and anaerobic fermentation contents. Sciences des aliments, **2**: 131-144.
6. Jouany, J.P. & Thivend, P., 1986. *In vitro* effects of avoparcin on degradability and rumen fermentation. Anim. Feed Sci. Technol., **15**: 215-229.
7. Kayouli, C., 1989. A strategy for animal nutrition in the tropics. In: Proceeding of the international symposium on the constraints and possibilities of ruminant production the dry subtropics. pp 201-206. Cairo, Egypt, November 1989.
8. Kayouli, C., Demeyer, D.I. & Accacha, M., 1993. Evaluation of poultry litter and olive cakes as alternative feed for ruminant production in Tunisia. In: Proceeding of the international conference in increasing livestock production through utilisation of local resources. pp 420-440. Beijing, China. October 18-22-1993.
9. Muller, Z.O. 1980. Feed from animal wastes: state of knowledge. In: FAO Animal Production Paper No. 18, FAO. Rome.
10. Nyarko-Badohu, D.K., Kayouli, C., Ba, A.A. & Gasmî, A., 1993. Valorization of cereal straws in the feeding in the North of Tunisia. In: Proceeding of the international conference in increasing livestock production through utilisation of local resources. pp 172-184. Beijing, China. October 18-22-1993.
11. Sansoucy, R., 1986. Manufacture of molasses-urea blocks. World. Anim. Rev. **57**:40-48.
12. Wanapat, M., Sriwattanasombat, S. & Chantai, S., 1985. The utilisation of diets containing untreated rice straw, urea-ammonia treated rice straw and waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*, Mart). Tropical-Animal-Production. 1985, **10**: 1, 50-57.
13. Wolter, R., 1992. Alimentation de la vache laitière. Edition France Agricole (1ere édition).

Moujahed-Raach Aziza, Tunisienne, Thèse de troisième cycle de l'INAT; Principal au Ministère de l'agriculture. Adresse actuelle: CRDA de Bizerte, Av. Assen Nouri, 7000, Bizerte, Tunisie.

Moujahed N., Tunisien, Thèse de troisième cycle de l'INAT (Doctorat en fin de préparation à l'INAT); Maître assistant (Enseignant-chercheur) à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mograne. Adresse: ESA de Mograne, 1121 Mograne, Tunisie.

Kayouli C., Tunisien, Doctorat (Belgique); Professeur de Nutrition Animale à l'INAT; Institut National Agronomique de Tunisie, 43 Av. Charles Nicolle, 1082 Tunis-Mahrajène, Tunisie.

Incorporation de tourteau de soja et/ou de tourteau de colza dans le concentré à base d'orge sur les performances de croissance des agneaux des races D'man et Queue Fine de l'Ouest.

M. Mahouachi*, M. Rekik*, Naziha Atti**, A. Chermiti** & M'Hedhbi***

Keywords: Nitrogen supplementation - Soya meal - Rapeseed meal - Prolific sheep.

Résumé

Deux expériences, impliquant 38 agneaux de race Queue Fine de l'Ouest (QFO) et 32 autres de la race prolifique D'man, ont été conduites pour étudier l'influence de l'incorporation d'une source azotée dans un concentré à base d'orge sur les performances de croissance des agneaux recevant principalement du foin de vesce-avoine. Dans la première expérience, réalisée chez un éleveur privé, deux concentrés (450 g MS/lj) à base d'orge seule (OG) ou contenant 27,7% de tourteau de soja (TS) ont été comparés. L'addition de TS améliore nettement ($P < 0,05$) le gain moyen quotidien des agneaux de race QFO (188 et 139 g/lj respectivement). La différence entre les deux groupes d'animaux augmente avec la durée de l'engraissement pour atteindre 3,9 kg/animal. Dans la seconde expérience, réalisée à la station expérimentale de l'E.S.A. (Kef), l'augmentation de la teneur en MAT du concentré de 10,2 à 15,8% (sur la base de la matière fraîche) n'améliore ni l'ingestion volontaire du foin (59 g MS/kg $P^{0.75}$ en moyenne) ni les performances de croissance des agneaux de la race D'man qui restent faibles (100 g/lj). Par ailleurs, la substitution partielle (50%) ou totale du TS par du tourteau de colza (TC) n'affecte pas ces 2 paramètres. L'azote limite donc la croissance des agneaux de race QFO recevant une ration de base constituée de foin. Ceci ne semble pas être le cas des agneaux de la race prolifique D'man. Des hypothèses de l'absence de réponse chez cette dernière race sont aussi présentées mais elles doivent être vérifiées dans le futur. Le TS peut être remplacé dans la ration des agneaux par une autre source protéique, en l'occurrence, le TC dont la production commence à se développer dans le nord de la Tunisie.

Summary

Addition of Soyabean Meal and/or Rapeseed Meal in Barley-Based Concentrate for Fattening Sheep of D'Man and Queue Fine de l'Ouest Breeds

The influence of incorporating a nitrogen source in barley based concentrates was determined using respectively 38 and 32 lambs of the Queue Fine de l'Ouest and D'man breeds in two separate trials. In both trials, animals were fed hay made of oat and vetch mixture. In the first trial, carried out on a private holding, a treatment of 450 g dry matter DM/day of a barley concentrate (BC) was compared with 450 g DM/day of a protein concentrate (PC) containing 27,7% soya meal. The addition of soya meal significantly improved ($P < 0,05$) the average daily growth of Queue Fine de l'Ouest lambs being 188 and 139 g/day in the BC and PC groups respectively. Live-weight difference between animals in the two groups increased with the trial duration reaching 3,9 kg/animal at the end of the fattening period.

In the second trial, carried out on station, raising the crude protein content of the concentrate from 10,2 to 15,8% (fresh matter basis) did not improve hay voluntary intake (59 g DM/kg $W^{0.75}$ in average) and growth performances of lambs in the D'man breed. These two parameters were not affected when soya meal was partially (50%) or totally replaced by rapeseed meal. The results clearly show that nitrogen restricts growth of growing Queue Fine de l'Ouest lambs fed hay as a basal diet. This does not seem to be the case for D'man lambs and suggestions, which require further investigations, are part forward to explain the lack of response in this breed. The trials emphasize the opportunity to replace soya meal as a nitrogen source by rapeseed meal which is becoming increasingly available in the north of Tunisia.

Introduction

Dans les régions semi-arides de la Tunisie, les ressources alimentaires disponibles (parcours, paille, foin...) se caractérisent souvent par une faible valeur alimentaire (8, 17, 18, 19, 25, 28...). En particulier, leur

teneur en azote limite la croissance microbienne et, par conséquent, la digestion ruminale des aliments ligno-cellulosiques. Le flux des nutriments, notamment des protéines, qui arrivent dans le duodénum sont ainsi

* Laboratoire de Production animale, Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef, 7100 le Kef, Tunisie.

** Département de Zootechnie, Institut National de Recherche Agronomique de Tunisie, 43 avenue Hédi Karray, 1002 Tunis, Tunisie.

*** Centre Technique des Céréales, Bousalem, Jendouba, Tunisie.

Reçu le 01.02.99 et accepté pour publication le 22.07.99.

faibles et limitent dès lors les performances de croissance des ruminants comme il est souvent observé avec les fourrages pauvres ou mal conservés (13,16). Pour améliorer la croissance des agneaux dans ces régions, de nouveaux systèmes d'engraissement se basant sur l'utilisation massive des céréales secondaires sont récemment apparus. Cependant, même si ce mode d'alimentation permet d'atteindre en partie cet objectif, la complémentation énergétique, par des sources riches en sucres ou en amidon, réduit l'ingestion volontaire (7, 22), l'efficacité de l'utilisation du fourrage (2, 6, 24) ainsi que la qualité de la viande produite en raison des modifications dans le profil fermentaire, particulièrement celui des acides gras volatils, ayant lieu dans le rumen (29).

Dans ce cas, l'addition simultanée d'une source azotée entraîne, le plus souvent, une augmentation supplémentaire des performances animales par rapport à l'énergie seule (7). L'effet positif de la complémentation azotée résulterait d'une amélioration de la digestion de la matière organique (14) et surtout d'un meilleur approvisionnement duodénal en protéines issues de la synthèse microbienne et/ou de la fraction d'origine alimentaire qui échappe à la dégradation ruminale. Le présent travail se propose de tester les effets d'une complémentation azotée chez deux races ovines séparément. Il répond ainsi à un double objectif:

- (i) l'étude des effets de l'addition du tourteau de soja dans le concentré utilisé par les éleveurs, composé exclusivement d'orge, sur les performances de croissance des agneaux de race Queue Fine de l'Ouest qui représente la principale race ovine exploitée dans les régions semi-arides de la Tunisie (expérience 1).
- (ii) l'étude des mêmes effets chez les agneaux de race prolifique D'man récemment introduite en Tunisie pour améliorer la productivité numérique de la première race (expérience 2). Dans cette même expérience, la possibilité de substituer le tourteau de soja par le tourteau de colza, dont la culture commence à se développer dans le nord du pays, est aussi étudiée.

Matériel et méthodes

Deux expériences de croissance ont été réalisées en même temps au cours du printemps 1998 dans les régions de Kasserine (expérience 1) et du Kef (expérience 2). Les deux sites appartiennent à l'étage bioclimatique semi-aride qui se caractérise par une pluviométrie moyenne de 350 mm/an.

Expérience 1

Animaux

Trente-six agneaux de race Queue Fine de l'Ouest, sevrés et ayant un âge moyen initial de 6 mois, ont été utilisés dans cette première expérience. Ils ont été répartis, selon leurs poids vifs, leurs sexes et leurs modes de naissance en deux lots homogènes ($23,4 \pm 4,1$ et $23,4 \pm 3,2$ kg). Avant le démarrage de l'expérience, tous les agneaux ont été traités contre les parasites internes (5 ml de panacure/tête) et à la TLA (téramycine

à longue action) à raison de 4 ml/tête. Les agneaux ont été pesés à jeun et à la même heure, en utilisant une bascule de portée maximale égale à 60 kg et ayant une précision de 100 g. La première et la dernière pesée ont été effectuées en double pendant deux jours de suite. Les agneaux ont été abreuvés deux fois par jour. L'expérience a commencé le 28 février et a pris fin le 20 mai 1998 en respectant une période d'adaptation de 15 jours.

Au cours de la journée, les agneaux des 2 lots ont été conduits par l'éleveur de la même manière. Ils recevaient tous les matins environ 1 kg de foin de vesce-avoine et pâturaient pendant 2-4 heures sur une parcelle d'orge en vert intensivement exploitée au préalable et envahie par des mauvaises herbes en particulier la ravenelle (*Raphanus raphanistrum*).

Le soir, les agneaux recevaient 450 g de MS de concentré composé d'orge seule (OG) ou contenant du tourteau de soja (TS). La composition centésimale des 2 concentrés et la composition chimique des aliments utilisés dans cette expérience sont données au tableau 1.

Tableau 1
Composition centésimale (en % MF) des concentrés et composition chimique des aliments (en % MF) de la première expérience.

	OG	TS	Foin
Ingrédients (%)			
orge	95,3	67,7	
tourteau de soja	-	27,7	
CMV	4,7	4,6	
Composition chimique			
MS	91,4	90,5	85,6
MM	4,9	6,6	4,9
MO	86,5	83,9	80,7
MAT	10,2	17,1	5,3
CB	5,4	5,8	29,9

MF: matière fraîche, MM: matière minérale, MO: matière organique, MAT: matières azotées totales, CB: cellulose brute. OG: concentré à base d'orge et de complément minéral et vitaminique.

TS: concentré composé d'orge, de tourteau de soja et de complément minéral et vitaminique.

Expérience 2

Animaux

L'expérience a été réalisée à partir de 32 agneaux de race D'man réputée pour sa prolificité. Les agneaux, sevrés à 3 mois, ont été répartis en 4 lots homogènes (16,0; 15,9; 17,2 et 16,4 kg respectivement). Les agneaux ont été traités contre l'entérototoxicité et les parasites internes de la même façon que dans l'expérience 1. Durant toute la période de mesure, ils ont été placés dans des boxes individuels où ils ont libre accès à de l'eau fraîche et propre. Les agneaux ont été toujours pesés, à l'aide de la même bascule, le matin à jeun tous les 15 jours. La première et la dernière pesées ont été effectuées en double pendant deux jours consécutifs. L'expérience s'est déroulée sur une période de 62 j (mars et avril 1998) en observant une phase d'adaptation de 15 jours.

Tableau 2
Composition centésimale (en % MF) des concentrés et composition chimique (en % MF) des aliments de la seconde expérience.

	OG	TS	TC	TS+TC	Foin
Ingrédients					
orge	95,4	74,4	66,2	71,8	
TS	-	20,9	-	10,4	
TC	-	-	29,1	13,2	
TS+TC	4,6	4,7	4,7	4,6	
Composition chimique					
MS	91,0	90,7	90,4	90,2	83,0
MM	4,9	6,0	7,0	6,5	4,9
MO	86,1	84,7	83,4	83,7	78,1
MAT	10,2	15,8	15,8	15,3	4,6
CB	4,9	5,8	6,6	6,2	28,0

OG: concentré à base d'orge et de complément minéral et vitaminique.

TS: concentré composé d'orge, de tourteau de soja et de complément minéral et vitaminique.

TC: concentré composé d'orge, de tourteau de colza et de complément minéral et vitaminique.

TS+TC: concentré composé d'orge, de tourteau de soja, de tourteau de colza et de complément minéral et vitaminique.

Tous les agneaux ont reçu un foin de vesce-avoine à volonté complétement par 450 g de concentré. Quatre concentrés ont été ainsi utilisés dans cette deuxième expérience. Le premier est composé uniquement d'orge (OG) alors que les trois autres contenaient, en plus de l'orge, du tourteau de soja (TS), du tourteau de colza (TC) ou un mélange des deux tourteaux (TS + TC). Les trois derniers concentrés ont été formulés pour être iso-azotés (170 g MAT/kg MS) et apportaient ainsi 60 g de MAT/kg MS de plus que le concentré témoin (OG).

Mesures et paramètres

Les données relatives au poids vifs des agneaux ont été utilisées pour calculer le gain moyen quotidien (GMQ en g/j). L'ingestion volontaire du foin (mesurée uniquement dans la seconde expérience) a été déterminée par différence entre la quantité distribuée et celle refusée. Les résultats ont été exprimés en g MS/j ou en g MS/kg P^{0.75}. Les analyses chimiques des aliments ont été effectuées selon les méthodes officielles (1).

Analyses statistiques

Pour étudier les effets de l'incorporation d'une source azotée dans le concentré sur les performances de croissance de chaque race, les données ont été traitées séparément par expérience. Ces données ont été soumises à une analyse de la variance en utilisant la procédure de GLM (SAS, 1985). Les moyennes de chaque expérience ont été comparées selon le test de Newman-Keuls (9).

Résultats

Ingestion des aliments

La quantité de foin volontairement ingérée par les agneaux ainsi que celle des concentrés sont présentées dans le tableau 3.

Les agneaux de race D'man ingèrent en moyenne 547 g MS/j de foin soit 59 g de MS/kg P^{0.75}. Cette ingestion volontaire du foin n'est pas influencée par la nature du concentré apporté (tableau 3) puisqu'elle

Tableau 3
Ingestion volontaire des aliments (en g MS/j et en g MS/kg P^{0.75}, résultats de la seconde expérience).

	OG	TS	TC	TS+TC
Foin				
g MS/J	550 ^a	527 ^a	556 ^a	556 ^a
g MS/kg P ^{0.75}	59,9	57,6	57,8	59,5
Concentré				
g MS/j	359 ^a	363 ^a	385 ^a	388 ^a
g MS/kg P ^{0.75}	39,1	39,7	40,0	41,5
Total				
g MS/j	909 ^a	890 ^a	941 ^a	944 ^a
g MS/kg P ^{0.75}	99,0	97,3	97,8	101,0
Ecart type				
g MS/j	179	218	173	245
% concentré	39,5	40,8	40,9	41,1

Les moyennes d'une même ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (P<0,05).

Signification des régimes: voir texte ou légende du tableau 2.

varie peu entre les rations étudiées (59,9; 57,6; 57,8 et 59,5 g de MS/kg P^{0.75}). Par ailleurs, les divers concentrés sont totalement consommés sans qu'aucun problème d'inappétence ne soit noté. De ce fait, la proportion moyenne de concentré dans la ration reste similaire dans les quatre rations (40%). Cependant, la quantité de MS totale ingérée est sujette à une variation significative (P < 0,05) entre les animaux attribuée essentiellement à la variation individuelle dans l'ingestion du foin.

Croissance des agneaux

Les niveaux de croissance des agneaux de race Queue Fine de l'Ouest sont améliorés (tableau 4) par l'incorporation du tourteau de soja dans le concentré à base d'orge (188 et 139 g/j respectivement). La différence de poids vif des agneaux recevant les deux régimes atteint au terme de la phase d'engraissement 3,9 kg ou 50 g/j (figure 1). L'amélioration du gain de poids noté suite à l'incorporation du tourteau de soja dans le concentré se manifeste dès le premier mois de l'application de ce traitement. A ce moment de l'expérience, la différence du gain notée entre les deux types de concentrés atteint déjà 116 g/j. Cette différence devient largement plus faible durant le deuxième mois (35 g/j) et pratiquement nulle pendant le reste de l'expérience (figure 1).

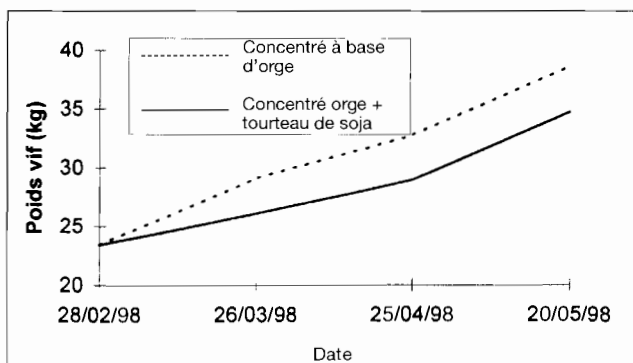


Figure 1. - Effet de la nature du concentré sur l'évolution du poids vif (kg) des agneaux de race Queue Fine de l'Ouest.

Tableau 4
Performances de croissance des agneaux recevant les divers régimes expérimentaux.

Régime	Expérience 1		Expérience 2			
	OG	TS	OG	TS	TC	TS+TC
Effectif	18	18	8	8	8	8
Poids initial (kg)	23,4 ^a	23,4 ^a	16,0 ^a	15,9 ^a	17,2 ^a	16,4 ^a
Poids final (kg)	34,7 ^a	38,6 ^b	22,4 ^a	22,4 ^a	23,7 ^a	23,0 ^a
GMQ (g/j)	139,4 ^a	187,6 ^b	103,0 ^a	105,0 ^a	105,0 ^a	107,0 ^a
Indice de consommation (IC)	ND	ND	8,8 ^a	8,3 ^a	9,1 ^a	8,8 ^a

ND: non déterminé

(IC): kg de MS d'aliment consommé/kg de gain de poids vif

Les moyennes d'une même ligne (traitées par expérience) suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P<0,05).

Au contraire, chez la race D'man le remplacement d'une quantité d'orge (20,9%) par du tourteau de soja dans le concentré n'entraîne pas une augmentation de la croissance des agneaux dans la seconde expérience (tableau 4). Chez cette même race, la substitution partielle (50%) ou totale du tourteau de soja par du tourteau de colza n'affecte pas les performances de croissance des jeunes agneaux qui reste faible pour les quatre rations testées (100 g/j). L'efficacité alimentaire, déterminée uniquement dans la seconde expérience, n'est également pas améliorée par la complémentation protéique (de 8,3 à 9,1 kg de MS ingérée/kg de gain).

Tout comme l'ingestion volontaire du foin, les niveaux de croissance dans les deux expériences se caractérisent par des variations individuelles importantes (P < 0,05).

Discussion

La composition chimique du foin de vesce-avoine, en particulier sa teneur en matières azotées totales (MAT) et en cellulose brute (CB), est similaire à celle rapportée pour ce type de fourrage en Tunisie (17, 18, 25, 28,...) ou ailleurs (14,15) vraisemblablement à cause du stade de récolte tardif.

La quantité de MS ingérée du foin (58 g MS/kg P^{0.75}) enregistrée dans ce travail ne représente pas l'ingestion volontaire réelle de ce fourrage par les agneaux puisqu'elle a été mesurée en présence de concentré. L'apport de concentré au-delà de 30% dans la ration est connu pour ses effets dépressifs sur l'ingestion volontaire du fourrage. En plus de la composition du fourrage, ceci explique le faible niveau d'ingestion observé dans cette expérience par rapport à celui noté par d'autres auteurs (11).

Malgré un déficit en azote, l'incorporation du tourteau de soja et/ou du tourteau de colza dans le concentré n'améliore pas l'ingestion du foin chez les agneaux de race D'man et contredit ainsi la majorité des résultats de la littérature (14, 23). Il confirme en revanche ceux soulignés par d'autres auteurs (10, 32) chez le taurillon recevant de l'ensilage d'herbe. Les raisons de l'absence de l'amélioration de l'ingestion volontaire du foin ne sont pas bien claires mais il est probable que la quantité d'orge consommée est élevée pour des

agneaux encore jeunes. La dégradation rapide de l'amidon de l'orge dans le rumen (32,2%/h selon 29) entraîne en effet un état de satiété qui s'observe déjà durant le repas principal (3) et pourrait ainsi masquer les effets positifs de l'apport azoté sur l'ingestion de la ration totale. Il est aussi connu que les moutons sont nettement plus sélectifs que les bovins, ce qui explique sans doute en partie la différence notée entre nos résultats et ceux rapportés par les auteurs mentionnés ci-dessus.

Les performances de croissance enregistrées sont dans les normes pour la race Queue Fine de l'Ouest, mais semblent être faibles pour la race D'man. Dans ce dernier cas, les apports théoriques calculés à partir des tables (12) permettraient en effet des croissances de l'ordre de 150 et 250 g/j pour les agneaux recevant respectivement le concentré témoin (OG) ou complétement. Ces valeurs sont largement supérieures aux niveaux enregistrés dans cette expérience. Ceci résulterait d'un potentiel de croissance plus faible qui pourrait caractériser cette race comme le laissent supposer certaines observations du terrain ou les performances de cette race dans son berceau dans le sud-ouest marocain (4).

L'incorporation du tourteau de soja dans le concentré à base d'orge améliore la croissance des agneaux de race Queue Fine de l'Ouest et corrobore ainsi les conclusions d'autres auteurs travaillant sur des taurillons (2, 20, 26, 33). La réponse positive est souvent attribuée à la nature de l'azote de ce tourteau qui améliore, en présence d'énergie, la synthèse des protéines microbiennes dans le rumen et le flux duodénal en acides aminés en plus de l'augmentation de l'ingestion volontaire (31).

En revanche, cette complémentation n'améliore pas les performances de croissance (par rapport à l'orge) lorsque les agneaux de race D'man sont utilisés. Les conditions distinctes de deux expériences (âge et poids vif des agneaux au sevrage, caractéristiques chimiques et physiques du foin, déroulement et suivi de l'expérience...) ne permettent pas la comparaison des deux races qui n'était par ailleurs pas l'objectif du présent travail. Mais indépendamment de cette comparaison, l'absence de réponse positive chez les agneaux de race D'man à la complémentation avec du tourteau de soja ou avec du tourteau de colza, tous deux convenablement pourvus en acides aminés (7), reste contradictoire à ce qui est couramment observé chez les ruminants (2, 20, 26, 33). Néanmoins, ce résultat étaye les faibles réponses récemment obtenues chez les agneaux en croissance ou chez les brebis en fin de gestation de la même race nourris avec du foin de vesce-avoine à volonté complétement respectivement avec 450 et 600 g MS de concentré contenant 13; 18 ou 23% de MAT (Mahouachi et al., résultats non publiés). Des résultats similaires ont été obtenus chez la vache laitière chez laquelle ni l'activité bactérienne ni la synthèse des protéines microbiennes ne sont améliorées lorsque la ration de base composée d'ensilage de maïs (10,8% MAT) est complétement par l'urée et/ou la caséine (27). Cette absence d'effet positif de

la complémentation azotée a été attribuée, par les auteurs, au recyclage d'urée endogène dans le rumen qui atteint 32% de l'azote ingéré dans le cas de la ration non complétement. Il est possible que ce recyclage d'urée soit aussi à l'origine du résultat obtenu chez la race D'man dans le présent travail. L'étude approfondie de l'utilisation de l'azote de la ration par cette race est donc d'une grande importance pour aboutir à des recommandations azotées propres aux races autochtones.

Les résultats de la seconde expérience montrent également que la substitution du tourteau de soja par du tourteau de colza, obtenu à partir des variétés de colza 00, n'affecte pas les performances de croissance des agneaux de race D'man. Plusieurs autres travaux ont montré la possibilité d'incorporer ce sous-produit dans la ration des taurillons à la place du TS (21, 30) ou même parfois à la place de la farine de poisson pourtant plus riche en protéines peu dégradables dans le rumen (31). Ce sous-produit se caractérise en effet par une dégradabilité de l'azote dans le rumen comparable à celle du tourteau de soja et par un profil en acides aminés indispensables parfois meilleur (5).

Conclusion

La possibilité d'amélioration des performances de croissance des agneaux par l'incorporation d'une source azotée dans le concentré à base d'orge unique-

ment, souvent utilisé par les éleveurs de mouton dans les régions semi-arides de la Tunisie, a été étudiée chez deux races séparément.

Les résultats obtenus montrent que les agneaux de la race Queue Fine de l'Ouest répondent positivement à cette complémentation azotée puisque leur croissance s'améliore nettement suite à l'incorporation du tourteau de soja.

La race D'man ne répond en revanche pas à une telle manipulation alimentaire pour des raisons qui restent encore non élucidées. L'étude plus approfondie du métabolisme azoté chez cette race est donc indispensable pour mieux maîtriser son alimentation et pour éviter le gaspillage des sources importées qui coûtent chères au pays.

Les résultats montrent que le tourteau de colza, qui commence à être produit dans le nord de la Tunisie, peut remplacer le tourteau de soja dans la ration des agneaux en croissance.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la mission de l'ORSTOM en Tunisie pour le soutien financier à la réalisation d'une partie de ce travail. Les auteurs se réjouissent également de la précieuse collaboration de Monsieur Laïth Ben Becher, Président Directeur Général de la société OLEINOR d'extraction des huiles de colza.

Références bibliographiques

1. A.O.A.C., 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12th Ed., Washington D.C.
2. Anderson P.T., Bergen W.G., Merkel R.A. & Hawkins D.R., 1988. The effects of dietary crude protein level on rate, efficiency and composition of gain of growing beef bulls. *J. Anim. Sci.* 66: 1990-1996.
3. Baumont R., 1989. Etat de réplétion du réticulo-rumen et ingestion des fourrages: incidences sur le contrôle à court terme de la quantité de foin ingérée par le mouton. Thèse de Doctorat de l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon, 159 p.
4. Boujnane I., 1996. The D'man In: Prolific sheep, (Fahmy.M.H. ed) CAB International Great Britain.
5. Boyeldieu J., 1991. Le colza. In: Produire des grains oléagineux et protéagineux (Boyeldieu ed) TEC DOC Lavoisier. Paris p.62.
6. Brown W.F., Phillips J.D. & Jones D.B., 1987. Ammoniation or cave molasses supplementation of low quality forages. *J. Anim. Sci.* 64: 1205.
7. Brown W.F. & Johnson D.D., 1991. Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. *J. Anim. Sci.* 63: 348-357.
8. Chermiti A., 1994. Utilisation des pailles de céréales traitées à l'ammoniac et à l'urée par les différentes espèces des ruminants dans les pays d'Afrique de Nord. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Catholique de Louvain-Belgique.
9. Dagnelie P., 1980. Théories et méthodes statistiques. Vol.2, Presses Agronomiques, Gembloux, 463 p.
10. Drennan M., 1973. Supplementation of silage with protein for cattle. *Irish grassland and Animal Production Assoc. J.* 8: 32-41.
11. Iason G.R., Sin D.A., Foreman E., Feun P. & Elistu D.A., 1994. Seasonal variation of voluntary food intake and metabolic rate in three contrasting breeds of sheep. *Anim. Prod.* 58, part 3: 381-388.
12. INRA., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Jarrige (eds) INRA. Paris.
13. Keady T.W., Mayne C.S. & Mardsen M., 1998. The effects of concentrate energy source on silage intake and animal performance with lactating dairy cows offered a range of grass silage. *Anim. Sci.* 66: 21-34.
14. Khalili H., Varvikho T. & Crosse S., 1992. The effects of forage type and level of concentrate supplementation on food intake, diet digestibility and milk production of crossbred cows (*Bos taurus X Bos indicus*). *Anim. Prod.* 54 part 2: 183-190.
15. Khalili H., Crosse S. & Varvikho T., 1992. The performance of crossbred dairy calves given different levels of whole milk and weaned at different ages. *Anim. Prod.* 54. Part 2: 192-196.
16. Kim E.J., Evans P.R., Evans R.T., Parker R.T. & Scollan S.C., 1998. Impact of additional protein on nitrogen retention and amino acid absorption from small intestine in mature steers fed grass silage. *Proceed. Br. Soc. Anim. Sci.* p:75.
17. Mahouachi M., Majdoub A., Ben Younes M. & Ben Abdallah M., 1987. Utilisation de la paille traitée à l'ammoniac pour l'engraissement des agneaux. *Revue de l'I.N.A.T.* vol 2 N°2.
18. Mahouachi M., Chermiti A., Rouissi H., 1996. Effets de l'espèce de graminées et du stade de coupe sur la cinétique de dégradation de la MS du foin. Actes des Journées Nationales sur les Acquis de la Recherche Agronomique Vétérinaire et Halieutique. Nabeul, Tunisie, 29/11 - 1/12/1996: 167-171.
19. Majdoub A., Mahouachi M., Yahyaoui A. & Rahmani L., 1994. Chemical composition and nutritive value of three barley cultivars grown under the semi-arid conditions of northwest of Tunisia. *Rachis* 13 N°1/2: 15-20.
20. Martin T.G., Perry T.W., Moher M.T. & Owens F.N., 1979. Comparison of four levels of protein supplementation with and without oral diethylstilbestrol on daily gain, feed conversion and carcass traits of bulls. *J. Anim. Sci.* 48: 1026.
21. Mathison G.W., Soofi-Siawash R. & Worsly M., 1994. The potential of isobutyraldehyde monourea (propanal, 2-methyl-monourea) as a nonprotein nitrogen source for ruminant animal. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 665-674.

23. Mbatya P.B.A., Kay M. & Smart R.I., 1983. Methods of improving the utilization of cereal straw by ruminants. 1. Supplements of urea, molasses and dried grass and treatment with sodium hydroxide. *Anim. Feed. Sci. Technol.* **8**: 221.
24. McCollum F.T. & Galyeau M.L., 1985. Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. *J. Anim. Sci.* **60**: 570-577.
25. Mould F.L., Orskov E.R. & Mann S.O., 1983. Associative effects of mixed feeds. 1. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed. Sci. Technol.* **10**: 15.
26. Nefzaoui A. & Chermiti A., 1989. Composition chimique et valeur nutritive pour les ruminants des fourrages concentrés d'origine tunisienne. *Ann. I.N.R.A.T.* **62**, Fasc.b 36 p.
27. Petit M.V. & Filipot P.M., 1992. Source and feeding level of nitrogen on growth and carcass characteristics of beef steers fed grass as hay or silage. *J. Anim. Sci.* **70**: 867-875.
28. Peyraud J.L., Le Liboux S. & Vérité R., 1997. Effet du niveau et de la nature de l'azote dégradable sur la digestion ruminale d'un régime à base d'ensilage de maïs chez la vache laitière. *Reprod. Nutr. Dév.* **37**: 3, 313-328.
29. Rouissi H., 1994. Etude comparative de l'activité microbienne dans le rumen des dromadaires, des ovins et des caprins. Thèse de Doctorat d'Etat Université de Gent, 116 p.
30. Sauvart D. & Van Mildgen J., 1995. Les conséquences de la dynamique de la digestion des aliments sur le métabolisme ruminal et les performances animales. *Prod. Anim.* **8**: 346-353.
31. Seoane J.R., Christen A.M., Veira D.M. & Fontecilla J., 1992. Performance of growing steers fed quackgrass hay supplemented with canola meal. *Can. J. Anim. Sci.* **72**: 329-336.
32. Seoane J.R., Amyot A., Christen A.M. & Petit H.V., 1993. Performance of growing steers fed either hay or silage supplemented with canola or fish meal. *Can. J. Anim. Sci.* **73** (1): 57-65.
33. Steen R.W.J., 1988. The effect of supplementing silage based diets with soya bean and fish meals for finishing beef cattle. *Anim. Prod.* **46**: 43-51.
34. Williams D.B., Vetter R.L., Burroughs W. & Topel D.G., 1975. Effects of ration protein level and diethylstilbestrol implants on early-weaned beef bulls. *J. Anim. Sci.* **41**: 1525.

M. Mahouachi: Tunisien. Msc. en production animale, inscrit en Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques (Nutrition Animale) à la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux - Belgique, Maître-assistant à l'E.S.A. du Kef.

M. Rekik: Tunisien. Ph.D. en production animale, Maître-assistant à l'E.S.A. du Kef.

Naziha Atti: Tunisienne. Msc. en production animale, inscrite en Doctorat d'Etat en Nutrition Animale à l'Institut National Agronomique de Tunisie, Chargée de Recherche à l'I.N.R.A. de Tunisie.

A. Chermiti: Tunisien. Doctorat d'Etat en production animale (Nutrition), Maître de Recherche à l'I.N.R.A. de Tunisie.

K. M'Hedhbi: Tunisien. Msc. en machinisme agricole, Directeur Général du Centre Technique des Céréales.

AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que TROPICULTURA est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison, il serait utile que vous nous fassiez connaître les adresses des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

BERICHT

Wij herinneren al onze lezers eraan, vooral diegenen in de ontwikkelingslanden, dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebied van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen Faculteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar u zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank U.

Consommation de quelques graminées tropicales par le cobaye (*Cavia porcellus*): performances et détermination des surfaces nécessaires à l'entretien d'un cheptel.

J. Kouonmenioc*, J.D. Ngou Ngoupayou* & J.M. Fotso Tagny*

Keywords: Forage - Guinea pig - Minilivestock - Organic Manure.

Résumé

Dans le cadre des investigations relatives au développement du mini-élevage dans les systèmes de production agricole, une étude impliquant cinq graminées tropicales a été conduite en zone forestière du Cameroun, dans la perspective de mettre en évidence leurs performances respectives avec ou sans fumure organique en vue de l'alimentation du cobaye. Les surfaces fourragères nécessaires à l'entretien d'un cheptel de taille familiale sont déterminées.

Les différentes graminées comparées montrent une réponse positive à la fumure organique à base de déjections du cobaye. *Panicum maximum* avec 5146,7 kg MS/ha (soit 1500,8 kg de plus par rapport aux parcelles fertilisées) pour les repousses de 8 semaines reste le meilleur fourrage en terme de production. La réponse positive de ces différentes graminées à la fertilisation organique oriente l'éleveur à utiliser la fumure organique générée par son mini-élevage non seulement pour soutenir ses cultures vivrières ou de rente, mais également pour accroître ses productions fourragères. Pour une fréquence de coupe égale à 8 semaines, la surface fourragère nécessaire à l'entretien d'un cheptel familial de 20 cobayes varie de 90,8 m² x 2 pour *Brachiaria ruziziensis* à 152,9 m² x 2 pour *Trypsacum laxum*.

Summary

Consumption of some Tropical Grass Forages by Guinea-Pigs (*Cavia porcellus*): Performances and Determination of Required Areas to Maintain a Flock

In order to develop the mini-livestock sector in the agricultural production systems, investigations have been carried out on five tropical grass forages in the Cameroon forest humid zone in order to show the impact of organic manure on the total biomass production for guinea-pigs feeding. Adequate forages area required to maintain a family size guinea-pigs flock was determined.

These various forage species compared in terms of growth showed positive response to guinea pigs manure. *Panicum maximum* with a 8 weeks regrowth which yielded 5146.7 kg DM/ha (on increase of 1500.8 kg) seemed to be the best forage in terms of production.

Positive response of these grasses to organic manure from guinea-pigs farming may direct the farmer not to use the manure not only for food and cash cropping, but also to sustain forage production.

For a 8 weeks cutting frequency, the adequate forage area to maintain a family flock size of 20 animals ranges from 90.8 m² x 2 for *Brachiaria ruziziensis* to 152.9 m² x 2 for *Trypsacum laxum*.

Introduction

En Afrique, le cobaye ou *Cavia porcellus* tout comme les autres rongeurs (lapin, aulacodes, rat géant) est consommé depuis très longtemps dans certaines régions où il est généralement élevé à l'intérieur des habitations (3). Au Cameroun, cet élevage prédomine dans les hauts plateaux de l'Ouest et dans le secteur forestier du Sud où il constitue un gage de sécurité alimentaire en fournissant une importante source protéique, surtout pour les populations dont le revenu ne permet guère d'accéder facilement à la viande ou au poisson (6). C'est également un animal de sacrifice pour certains rites coutumiers (valeurs socio-culturelles) en zone forestière (1). C'est aussi le cobaye qui constitue également pour l'éleveur une source de réserve monétaire et lui permet aussi d'améliorer son revenu. Son intérêt réside surtout dans son régime alimentaire her-

bivore (2). Ainsi, tout comme les autres herbivores domestiques de l'Afrique, cet animal vit essentiellement des fourrages qui poussent à l'état spontané. Soumis strictement au zéro-grazing, la tâche n'est pas aisée pour l'éleveur qui doit parfois parcourir de longues distances à la recherche des meilleurs herbages. Les espèces fréquemment recherchées sont *Panicum maximum* et *Pennisetum purpureum* qui sont récoltés au voisinage des habitations, sur les jachères culturales ou encore sur les bords des cours d'eau où ces espèces constituent parfois la seule végétation ripicole. Cette récolte s'opère souvent vers la tombée de la nuit (après les activités champêtres) avec tous les risques (ex. morsure de serpent) que cela comporte.

Dans ce contexte, la mise en culture sur parcelles expérimentales des principales essences fourragères uti-

* Institut de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Nkolbisson, BP 1457 Yaoundé - République du Cameroun. Reçu le 10.11.95 et accepté pour publication le 06.06.97.

lisées par le cobaye a pour objectif de mettre en évidence l'éventuel effet stimulateur de la fumure organique sur les rendements des espèces, et de déterminer à partir des consommations individuelles quotidiennes, les surfaces fourragères nécessaires pour la conduite d'un troupeau donné de ces rongeurs. De telles informations sont nécessaires pour aider les populations à mieux produire le cobaye, viande de bonne valeur nutritive, à partir des plantes (2). Si les résultats sont concluants, ils devraient permettre d'enrayer au niveau de l'éleveur la difficulté liée au parcours de longues distances pour la recherche des fourrages de qualité pour l'alimentation de ses animaux.

Matériel et méthodes

1. Généralités

L'essai est implanté au Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Nkolbisson, dans la banlieue Ouest de Yaoundé. Le climat est de type sub-équatorial marqué par 4 saisons. La pluviométrie moyenne est de 1500 mm, mais ces précipitations sont variables d'une année à l'autre. Ainsi en 1984, elles ont culminé à 2050 mm.

Les sols sont ceux du secteur forestier dense, mais sont assez homogènes et de type ferrallitique, formés d'embranchés riches en grenats.

2. Dispositif expérimental

On distingue 5 traitements correspondant aux 5 graminées impliquées dans l'étude:

- *Brachiaria ruziziensis*
- *Cynodon plectostachyus*
- *Pennisetum purpureum*
- *Panicum maximum*
- *Trypsacum laxum*.

Le dispositif expérimental est constitué de 3 blocs à randomisation totale et à 2 répétitions. Dans chaque bloc, chaque traitement est représenté par 2 parcelles élémentaires de 3m x 8m, dont l'une est soumise à un

seul niveau de fertilisation en simple épandage de surface à raison de 15 t/ha (état humide) contre 0,6 t/ha d'engrais chimique (20.10.10) recommandé sur fiches techniques pour le maïs, une autre graminée (5). Cet engrais organique est un mélange à base de déjections et de copeaux de bois qui servent de litière pour l'élevage de cobayes qui se fait au sol.

Au niveau de chaque traitement, la coupe est réalisée sur une surface utile de 14 m² (soit 2m x 7m), le reste de la surface constituant diverses bordures. Toute la phytomasse récoltée sur la surface utile est pesée et un échantillon de 1 kg est prélevé pour la détermination de la matière sèche à l'étuve à 70°C pendant 48 heures.

Après une coupe d'égalisation permettant de mettre les espèces à un même niveau avant le début des mesures, deux fréquences de coupe ont été appliquées:

- 8 semaines
- 6 semaines

Les résultats ont été soumis à l'analyse de variance (ANOVA), et les moyennes séparées utilisant la plus petite différence significative.

Résultats et discussion

Les productions moyennes des graminées cultivées avec ou sans fertilisation, les consommations moyennes individuelles des cobayes adultes de 2 sexes, les surfaces fourragères nécessaires pour l'entretien d'un cheptel familial de 20 têtes sont données respectivement par les tableaux 1, 2 et 3.

Pour ce qui est de la production fourragère de ces principales graminées, les valeurs présentées pour chaque traitement dans le tableau 1 constituent les moyennes des 3 blocs.

Au niveau de la première coupe au rythme de 8 semaines, la différence de rendements entre les espèces est légèrement significative ($P < 0,05$) contrairement à l'effet fumure qui est très significatif ($P < 0,001$). Ainsi le rendement moyen des parcelles fertilisées toutes confondues est de 5037 kg MS/ha contre 4004 pour

Tableau 1
Effet de la fertilisation sur les productions moyennes de quelques graminées fourragères utilisées par le cobaye au Cameroun (kg MS/ha).

Espèces fourragères	Fréquence de coupes de 8 semaines						Fréquence de coupe de 6 semaines			
	Dates de coupes									
	7-5-93		7-7-93		10-9-93		22-10-93		03-12-93	
	C18	Moy.	C28	Moy.	C38	Moy.	C16	Moy.	C26	Moy.
<i>Brachiaria ruziziensis</i> F+	4248,6		4519,6		4509,7		3393,9		3386,0	
<i>Cynodon plectostachyus</i> F+	4997,9		4972,3		5012,8		3434,8		3988,0	
<i>Trypsacum laxum</i> F+	/	5037a	/	4913a	4065,3	4471a	3478,8	3026a	4701,7	3979a
<i>Panicum maximum</i> F+	5299,6		5202,3		4938,3		2350,4		3569	
<i>Pennisetum purpureum</i> F+	5602,9		4958,2		4029,5		2473,6		3681,4	
<i>Brachiaria ruziziensis</i> F-	3509,8		3156,3		4443,8		3268,6		2065,1	
<i>Cynodon plectostachyus</i> F-	3186,7		3713,3		2859,4		3794,6		3304,9	
<i>Trypsacum laxum</i> F-	/	4004b	/	3788b	2903	3295b	2333	3144a	2743,5	2565b
<i>Panicum maximum</i> F-	4392,4		4220,1		2325,4		3337,4		2351,9	
<i>Pennisetum maximum</i> F-	4985,3		4225,9		3825,9		3450,9		2847,8	

C18 = Première coupe fréquence de 8 semaines

C28 = Deuxième coupe fréquence de 8 semaines

C38 = Troisième coupe fréquence de 8 semaines

N.B. Au niveau de chaque coupe, les moyennes affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

C16 = Première coupe fréquence de 6 semaines

C26 = Deuxième coupe fréquence de 6 semaines

Moy. = Moyenne

N.B. Au niveau de chaque coupe, les moyennes affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

Tableau 2
Consommations moyennes des cobayes adultes pour diverses graminées fourragères étudiées (gMS).

Espèces fourragères	Femelles	Mâles	Moyennes pour les deux sexes
<i>Trypsacum laxum</i>	47,1 ± 8,5	56,4 ± 9,3	51,8
<i>Panicum maximum</i>	40,1 ± 4,1	41,1 ± 8,2	40,6
<i>Pennisetum purpureum</i>	43,6 ± 3,6	44,3 ± 7,5	44,0
<i>Cynodon plectostachyus</i>	42,1 ± 5,4	52,8 ± 12,5	47,5
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	31,8 ± 4,9	35,2 ± 6,5	33,5

les non fertilisées.

A la deuxième coupe de 8 semaines, les rendements de toutes les graminées concernées ne sont pas significativement différents ($P > 0,05$), et sont presque identiques; cependant l'effet fumure reste toujours très significatif ($P < 0,001$). Ainsi, les parcelles fertilisées présentent un rendement moyen de 4913 kg MS/ha contre 3788 pour celles exemptes de fumure.

Les observations de la 3^e coupe de 8 semaines restent identiques à celles de la seconde. Les plantes semblent répondre positivement à la fumure organique ($P < 0,0001$).

Pour ce qui est de la fréquence de 6 semaines pour les 2 coupes correspondantes, les productions de ces graminées sont presque identiques. L'effet fumure n'est pas net au niveau de la première coupe, mais redevient significatif au niveau de la seconde intervention ($P < 0,001$).

Quand on considère l'ensemble de la production indépendamment des fréquences, l'effet fumure reste significatif ($P < 0,001$). Bien que les rendements soient très rapprochés, le meilleur fourrage en terme de production dans les conditions de fertilisation reste *Panicum maximum* (5146,7 kg MS/ha) tandis que *Cynodon plectostachyus* est le moins performant (3253,1 kg MS/ha) en l'absence de fumure.

Bien que les rendements de ces différentes graminées soient d'une manière générale assez intéressants (tableau 4), *Panicum maximum* et *Pennisetum purpureum* qui sont aussi bien consommés devraient être particulièrement recommandés dans l'alimentation du cobaye. Les ports érigés de ces deux espèces leur permettent déjà d'être à l'abri de certains agents

Tableau 3
Surfaces fourragères nécessaires pour l'entretien d'un cheptel familial pendant la période des grandes précipitations (m²).

Espèces fourragères	Taille du cheptel (sujets)	Surface nécessaire pour une fréquence de coupe de 8 semaines x (2)	Surface nécessaire pour une fréquence de coupe de 6 semaines x (2)
F+			
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	20	90,82	90,26
<i>Cynodon plectostachyus</i>	20	114,13	115,7
<i>Trypsacum laxum</i>	20	152,9	113,98
<i>Panicum maximum</i>	20	94,66	123,46
<i>Pennisetum purpureum</i>	20	108,56	128,68
F-			
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	20	108,55	113,05
<i>Cynodon plectostachyus</i>	20	175,22	123,2
<i>Trypsacum laxum</i>	20	214,12	183,66
<i>Panicum maximum</i>	20	133,62	119,89
<i>Pennisetum purpureum</i>	20	121,29	106,58

F+ = Fertilisé; F- = Non fertilisé.

pathogènes du sol pour lesquels les plantes stolonifères tels *Cynodon plectostachyus*, *Brachiaria ruziziensis* pourraient être beaucoup plus vulnérables.

Le maintien du potentiel de production des espèces après de multiples interventions mécaniques démontre ainsi leur résistance vis-à-vis de la coupe, un des meilleurs critères de choix de toute bonne plante fourragère. Ainsi, une fois installée, l'éleveur n'aura plus qu'à exploiter sa ou ses plante(s) fourragère(s). Lorsqu'on considère les deux fréquences de coupe, il ressort en tenant compte des durées de végétation (8 et 6 semaines) que les rendements pour les deux rythmes de coupes ne sont pas très différents. Cependant, la fréquence de 8 semaines peut être retenue pour la gestion de ces espèces, évitant ainsi de récolter l'herbe trop jeune qui pourrait générer des troubles digestifs (diarrhée) chez les animaux. La surface nécessaire est ainsi multipliée par 2 pour obéir au principe de rotation qui veut qu'une parcelle exploitée bénéficie d'un repos suffisant pour se reconstituer.

La fumure utilisée ici correspond à la fumure d'entretien à appliquer dans le cas des sols riches ou nouvellement mis en culture (8). Elle permet aussi d'éviter un épuisement rapide du sol en apportant des quanti-

Tableau 4
Productivité des fourrages pour l'entretien de 20 cobayes pour des fréquences de coupe de 8 et 6 semaines.

Espèces fourragères	Production moyenne sans fertilisation (kg)	Production moyenne avec fertilisation (kg)	Surplus de production liée à la fumure (kg)	Consommation moyenne g/j	Surface nécessaire pour 20 cobayes (m ²)
FREQUENCE COUPE 8 SEMAINES					
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	3703,3	4425,9	+722,6	33,5	90,8
<i>Cynodon plectostachyus</i>	3253	4744,3	+1491,2	47,5	114
<i>Trypsacum laxum</i>	2903	4065,3	+1162,3	51,8	152,9
<i>Panicum maximum</i>	3645,9	5146,7	+1500,8	40,6	94,7
<i>Pennisetum purpureum</i>	4345,7	4863,5	+517,8	44	108,6
FREQUENCE COUPE 6 SEMAINES					
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	2666,8	3390,0	+723,15	33,5	90,3
<i>Cynodon plectostachyus</i>	3549,8	3711,4	+161,7	47,5	115,7
<i>Trypsacum laxum</i>	2538,3	4090,2	+1552	51,8	113,9
<i>Panicum maximum</i>	2844,6	2959,7	+115,1	40,6	123,5
<i>Pennisetum purpureum</i>	3149,4	3077,5	-71,9	44	126,5

tés d'éléments équivalentes à celles que l'on prélève à chaque récolte.

L'action de la fumure n'est pas du tout surprenante car d'après le constat des résultats obtenus en cultures céréalières également des graminées, l'engrais organique à base des déjections des animaux reste le meilleur stimulateur de la croissance et de surcroît de la production. Ces déjections qu'elles soient du cobaye ou de la volaille semblent très riches en azote, élément important dont les plantes ont besoin pour soutenir leur croissance.

Quant aux consommations moyennes quotidiennes des cobayes adultes (tableau 2), elles varient peu d'un fourrage à un autre. Les faibles consommations sont cependant enregistrées au niveau du *Brachiaria ruziziensis*. Cela serait dû peut être au fait que pour les plantes en floraison, les animaux très friands des inflorescences passent la majeure partie de leur temps à rechercher ces dernières. Le même phénomène a été observé en station au niveau du lapin, un autre rongeur.

Lorsqu'intervient le critère sexe (tableau 2), on constate qu'en général les mâles consomment plus que les femelles, ce qui est d'ailleurs prévisible; les mâles étant plus lourds (certains sujets pèsent 781,1 g et les femelles 549,9 g).

La connaissance des diverses quantités de fourrages quotidiennement ingérées permet d'estimer les quantités de fourrages nécessaires pour l'entretien d'un cheptel de taille familial (20 sujets). Connaissant les rendements des diverses espèces fourragères dans les 2 systèmes de production (avec ou sans fumure), il a été possible d'estimer les surfaces nécessaires à cultiver pour l'entretien du troupeau (tableau 3). La production considérée étant préconisée pour une alimentation de 60 jours (rythme de coupe de 2 mois) et de 45 jours (fréquence de 6 semaines), les surfaces portées au tableau 3 devraient être doublées pour permettre une rotation avec un temps de repos égal à la durée de la fréquence considérée.

Ainsi pour la fréquence de coupe correspondant à 2 mois, 152,9 m² x 2 (*Trypsacum*) et 90,82 m² x 2 (*Brachiaria*) sont nécessaires pour l'entretien de 20 cobayes respectivement en cas d'épandage d'engrais organique (tableau 4). Cependant quand on compare

les différentes aires nécessaires, il est à relever que *Brachiaria ruziziensis* détient la plus faible surface (90,82 m² x 2 et 90,26 m² x 2 respectivement pour les fréquences de 8 et 6 semaines). Cette situation peut s'expliquer par son aptitude à couvrir uniformément le sol, donc à occuper tout l'espace qui lui est dévolu. Contrairement aux espèces telles *Trypsacum laxum*, *Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum* qui bien que productrices nécessitent des surfaces plus importantes (152,29 m² x 2 pour *Trypsacum*) suite à la faible densité de plantation liée à leur structure. La forte production du *Panicum maximum* est également appuyée par sa grande aptitude au tallage.

Conclusion

La réponse positive des différentes graminées à la fumure organique générée par l'élevage des cobayes et la détermination des surfaces nécessaires à l'entretien d'un cheptel de taille familiale constitueraient pour l'éleveur un moyen sécurisant lui permettant d'éviter des longs parcours à la recherche des fourrages de bonne qualité.

Toutefois, les cultures fourragères ne devraient pas se limiter aux seules graminées. L'utilisation des mélanges binaires graminées-légumineuses serait idéale pour l'alimentation du cobaye, car on aurait ainsi des rations qualitativement équilibrées. C'est ainsi qu'une alimentation basée sur du fourrage riche rend superflu le recours à des concentrés, surtout pendant les périodes au cours desquelles les besoins alimentaires sont moins élevés (2).

La réponse positive de ces différentes graminées à la fertilisation organique oriente l'éleveur à utiliser une partie de la fumure générée par cet élevage pour soutenir les productions fourragères.

Lors de futurs essais, des analyses bromatologiques devraient être réalisées afin de mettre en évidence l'impact de la fertilisation sur l'amélioration de la composition des différents éléments des fourrages.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Prof. Dr. J. Hardouin de l'IMT Belgique, coordonnateur général du projet sur le "Mini-élevage" financé par la CEE/STD.2 contrat TS 2-0263-B, pour toute son assistance dans l'exécution de ce travail.

Références bibliographiques

1. Fotso J.M., Ngou Ngoupayou J.D. & Kouonmenioc J., 1995. Etude des caractéristiques et performances des cobayes sous conditions d'élevages améliorés au Cameroun, Cahiers Agricoles, 4: 65-69.
2. Hardouin J., Demey F. & Fransolet M.F., 1991. Le cobaye *Cavia porcellus* L. Animal de boucherie en pays tropicaux. Annales de Gembloux n°1.
3. Laffite A. & Ngo Ndjeng J., 1988. Elevage du cobaye au Sud Cameroun APICA, BP. 5946 Douala - Akwa, Cameroun.
4. Ministère de l'Enseignement Supérieur, de l'Informatique et de la Recherche Scientifique 1988. Fiche technique, programme: céréales; guide pratique de la production du maïs en zone forestière du Cameroun. Fiche n° 01-01.
5. NCRE: Rapport annuel 1992 p.114-115.
6. Ngou Ngoupayou J.D., Fotso J.M. & Kouonmenioc J., 1994. Enquêtes et suivi des systèmes d'élevage du cobaye en milieu traditionnel au Cameroun, Tropicultura (accepté pour publication).
7. Noirot M., Messager J.L., Dubos B., Miquel M. & Lavorel O., 1986. La production graminéenne des nouvelles variétés de *Panicum maximum* sélectionnées en Côte-d'Ivoire. Revue Fourrage n°106, p.11 à 18.
8. Rouanet G., 1984. Le maïs. Le technicien d'agriculture tropicale n°5. Editions Maisonneuve et Larose, 15 rue Victor Cousin, 75005 Paris.

Les animaux sauvages détenus dans la Cité de Bunia (R.D. Congo): Inventaire et application des lois relatives à la détention.

M. Gambalemoke*, K. Kitambala**, N. Tshikaya*** & K. Nyebone***.

Keywords: Wild - Animals - Detention - Laws.

Résumé

Un recensement a permis de découvrir que 153 animaux sauvages sont détenus dans la Cité de Bunia dont 126 oiseaux (82,35%) et 27 mammifères (17,65%). Cependant, la détention de ces espèces ne se conforme pas dans la plupart des cas (99,35%) à la législation en la matière. Une telle pratique révèle la nécessité d'adopter une nouvelle stratégie nationale de protection et de gestion rationnelle de la biodiversité congolaise.

Summary

Wild Animals Kept in the Town of Bunia (Democratic Republic of the Congo) : Inventory and Application of the Laws Related to Detention

A census helped to discover that 153 wild animals are kept in the town of Bunia among which 126 birds (82.35%) and 27 mammals (17.65%). Nevertheless, the detention of these species does not conform in most cases (99.35%) to the related legislation. Such a practice reveals the necessity of adopting a new national strategy of protection and rational administration of Congolese biodiversity.

Introduction

La déforestation au profit des terres cultivables due à l'explosion démographique, les diverses formes d'exploitation des forêts (planches, charbon de bois...), la pêche et la chasse incontrôlées, le braconnage, le trafic des fragments anatomiques des animaux, le phénomène de déplacés de guerre... sont les principales causes de la destruction de la biodiversité au mépris des lois qui en réglementent l'exploitation.

Les ressources naturelles renouvelables, dont la faune, nécessitent une exploitation et une gestion rationnelle en vue d'une conservation durable. Puisque sa vie est étroitement liée à la flore, à la faune, au sol, au sous-sol, aux cours d'eau, l'homme devrait prendre conscience de la protection de toutes ces ressources.

Si à Bukavu (15) et à Kisangani (2, 3, 6, 7, 13, 14, 19, 20) quelques travaux ont été déjà réalisés sur la consommation du gibier, cela n'a jamais été le cas à Bunia où la viande de chasse se vend et se consomme en catimini. Par ailleurs, que ce soit à Bukavu, à Kisangani ou à Bunia, aucune étude ne s'est penchée sur les espèces détenues.

C'est dans ce souci général de protection, de gestion rationnelle de la biodiversité que le présent travail se propose d'étudier les raisons, la légitimité et les con-

ditions de détention des espèces animales sauvages dans la Cité de Bunia.

Matériel et méthodes

L'étude a été conduite dans les douze quartiers de la Cité de Bunia (1°35' N, 30°15' E, 1250 m alt.) couvrant une superficie de 576 km² avec 90.242 habitants.

Les données ont été récoltées de mars 1997 à janvier 1998. Elles concernaient toutes les espèces animales sauvages détenues dans la Cité de Bunia.

L'enquête préliminaire a été effectuée au moyen d'une fiche de renseignements complétée par un échantillon représentatif d'élèves d'école secondaire par quartier. Il s'agissait de donner le nom vernaculaire de la bête et l'adresse complète de son détenteur. Les élèves ont été choisis pour leur esprit de curiosité des animaux sauvages. Il s'en est suivi l'enquête proprement dite auprès des détenteurs des espèces eux-mêmes.

Les espèces recensées ont été identifiées (9). Cela a permis d'étudier non seulement les raisons et les conditions de leur détention, mais aussi la légitimité de cette détention par rapport à la réglementation de la faune sauvage en République Démocratique du Congo.

Adresse de contact: Kitambala Kombi, ISPT/CECA-20 BUNIA, P.O. Box 21285 Nairobi, Kenya.

* Faculté des Sciences, Université de Kisangani (UNIKIS), B.P. 2012 Kisangani, République Démocratique du Congo.

** Institut Supérieur Pédagogique Technique de la Communauté Evangélique au Centre de l'Afrique (ISPT/CECA-20), P.O. Box 21285 Nairobi, Kenya.

*** Institut Supérieur Pédagogique (ISP) de Bunia, B.P. 340 Bunia, République Démocratique du Congo.

Reçu le 03.11.98 et accepté pour publication le 09.08.99.

Tableau 1
Espèces sauvages détenues dans les 12 quartiers de la Cité de Bunia.

Espèces	Quartiers												Total	%
	Rwa	Sai	Nyk	Sal	Nge	Mdz	Suk	Ban	Lum	Smb	Kind	Lem		
<i>Numida meleagris</i>	7	2	7	5	2	10		1	32	13			79	51,63
<i>Psittachus erithacus</i>	3		6	2	5	4	9		15				44	28,80
<i>Anas erythrorhynchus</i>						3							3	1,96
<i>Pan paniscus</i>					1								1	0,65
<i>Papio anubis</i>			1	1	1								3	1,96
<i>Colobus sp</i>						2							2	1,30
<i>Cercopithecus aethiops</i>	3		2		1	1			3	2		2	14	9,15
<i>Cercopithecus neglectus</i>							1				1		2	1,30
<i>Cercopithecus mitis</i>		1											1	0,65
<i>Cercopithecus ascanius</i>											1		1	0,65
<i>Erythrocebus patas</i>					1								1	0,65
<i>Lophocebus sp</i>							1						1	0,65
<i>Cephalophus monticola</i>						1							1	0,65
Total	13	3	16	8	11	21	11	1	50	15	2	2	153	
%	8,50	1,96	10,46	5,23	7,20	13,72	7,20	0,65	32,68	9,80	1,30	1,30	100,00	

Rwa = Rwambuzi
Sai = Saïo
Nyk = Nyakasanza
Sal = Salongo

Nge = Ngezi
Suk = Sukisa
Lum = Lumumba
Kind = Kindia

Mdz = Mudzi-Pela
Ban = Bankoko
Smb = Simbiliabo
Lem = Lembabo

Tableau 2
Noms scientifiques, français et vernaculaires des espèces sauvages détenues dans les 12 quartiers de la Cité de Bunia.

Noms scientifiques	Noms français	Noms vernaculaires	
		Swahili	Lingala
<i>Numida meleagris</i>	Pintade	Kanga	Kanga
<i>Psittachus erithacus</i>	Perroquet gris d'Afrique	Kasuku	Kukulu
<i>Anas erythrorhynchus</i>	Canard d'eau	Bata	Libata
<i>Pan paniscus</i>	Chimpanzé nain	Sokomutu	Mokomboso
<i>Papio anubis</i>	Babouin	Abula	Babala
<i>Colobus sp</i>	Colobe	Kima	Makako
<i>Cercopithecus aethiops</i>	Grivet ou singe vert	Kima	Makako
<i>Cercopithecus neglectus</i>	Cercopithèque de Brazza	Kima	Makako
<i>Cercopithecus mitis</i>	Singe bleu	Kima	Makako
<i>Cercopithecus ascanius</i>	Ascagne ou nez blanc	Kima (Kidekide)	Makako
<i>Erythrocebus patas</i>	Patas ou singe pleureur	Kima	Makako
<i>Lophocebus sp</i>	Mangabey	Kima	Makako
<i>Cephalophus monticola</i>	Céphalophe bleue	Mboloko	Mboloko

Résultats et discussion

1. Espèces recensées

Le tableau 1 reprend l'inventaire des espèces animales détenues dans la Cité de Bunia tandis que le tableau 2 reprend les noms scientifiques, français et vernaculaires (Swahili, Lingala) des mêmes espèces.

Au total 153 animaux sauvages dont 126 de la classe des oiseaux (soit 82,35%) et 27 de la classe des mammifères (soit 17,65%) ont été inventoriés. Les oiseaux sont représentés par trois espèces: *Numida meleagris* (62,7%), *Psittachus erithacus* (34,9%) et *Anas erythrorhynchus* (2,4%). Par contre les mammifères sont représentés par dix espèces: *Cercopithecus aethiops* (51,9%), *Papio anubis* (11,1%), *Colobus sp* (7,4%), *Cercopithecus neglectus* (7,4%), *Cercopithecus ascanius* (3,7%), *Cercopithecus mitis* (3,7%), *Lophocebus sp* (3,7%), *Erythrocebus patas* (3,7%), *Pan paniscus* (3,7%) et *Cephalophus monticola* (3,7%).

L'effectif le plus élevé a été observé dans le quartier Lumumba où se trouvaient 50 des 153 animaux re-

consés (32,7%). Cela peut s'expliquer, d'après les renseignements reçus, par le standing de vie élevé de ses habitants.

Les quartiers Mudzi-Pela et Ngezi abritaient le plus grand nombre d'espèces, soit six respectivement. A Mudzi-Pela, nous avons trouvé trois espèces de la classe des oiseaux (*Numida meleagris*, *Psittachus erithacus*, *Anas erythrorhynchus*) et trois de la classe des mammifères (*Colobus sp*, *Cercopithecus aethiops*, *Cephalophus monticola*).

Il s'est classé au deuxième rang après le quartier Lumumba avec 21 bêtes (13,7%). Dans le quartier Ngezi, nous avons dénombré deux espèces de la classe des oiseaux (*Numida meleagris*, *Psittachus erithacus*) et quatre de la classe des mammifères (*Pan paniscus*, *Papio anubis*, *Cercopithecus aethiops*, *Erythrocebus patas*).

Le quartier Bankoko a occupé la dernière position en effectif soit 0,65% avec une seule espèce d'oiseau (*Numida meleagris*).

Hormis le cas des pintades, espèce qui se reproduit en captivité, nos observations laissent supposer que la

Tableau 3
Status et coût de permis de légitime détention des espèces recensées.

Espèces	Statut				Coût en \$US	
	ETP	EPP	ENP	Nombre	Par tête	Total
<i>Numida meleagris</i>			+	79	1,43	112,97
<i>Psittachus erithacus</i>	+			44	2,86	125,84
<i>Anas erythrorhynchus</i>			+	3	1,43	4,29
<i>Pan paniscus</i>	+			1	85,70	85,70
<i>Papio anubis</i>			+	3	2,86	8,58
<i>Colobus sp</i>		+		2	4,29	8,58
<i>Cercopithecus aethiops</i>			+	14	2,86	40,04
<i>Cercopithecus neglectus</i>			+	2	2,86	5,72
<i>Cercopithecus mitis</i>		+		1	4,29	4,29
<i>Cercopithecus ascanius</i>			+	1	2,86	2,86
<i>Erythrocebus patas</i>			+	1	2,86	2,86
<i>Lophocebus sp</i>			+	1	2,86	2,86
<i>Cephalophus monticola</i>			+	1	2,86	2,86
Manque à gagner SECNT						407,45

ETP : Espèce totalement protégée
 EPP : Espèce partiellement protégée
 ENP : Espèce non protégée
 \$US : Dollar américain
 + : Status de l'espèce
 SECNT : Service de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme.

pression de chasse s'exerce de façon intensive sur les perroquets. Toute augmentation de l'effectif des individus de cette espèce ne peut être attribuée qu'à des apports nouveaux.

En ce qui concerne les mammifères, les effectifs observés pour *Cercopithecus aethiops* conduisent à deux considérations: d'une part, l'espèce étant savanicole (9), elle doit être encore abondante dans les régions environnantes de la Cité de Bunia; d'autre part, son exploitation intensive est à craindre car, lorsqu'elle aura atteint un certain seuil, elle aura des conséquences écologiques néfastes sur la pérennité de l'espèce.

Quant aux autres espèces mammaliennes, nous pensons qu'elles sont déjà surexploitées, ce qui expliquerait leur rareté actuelle sur la liste des espèces détenues. En effet, dans le cas des primates, le chasseur récupère les petits après avoir abattu les mères allaitantes (5).

Le comportement des chasseurs soulève beaucoup de questions, d'autant plus que, jusqu'à ce jour, nous ne disposons pas de données sur la consommation du gibier. La vente de la viande se fait en cachette pour toutes les espèces exploitées à Bunia.

2. Raisons de détention des espèces sauvages

Trois raisons expliquent la détention des animaux sauvages dans la cité de Bunia: agrément, économie et nourriture.

Le perroquet gris d'Afrique (*Psittachus erithacus*) est détenu strictement à des fins d'agrément. Les pintades sont détenues également afin d'agrémenter la vie des habitants mais surtout pour la vente de leurs œufs et des oiseaux adultes qui constitue une source de revenu familial. La période de ponte peut aller jusqu'à trois mois avec un œuf par jour pour une femelle bien nourrie. La chair de pintade constitue un met savoureux autant que les œufs. Les canards d'eau sont élevés pour les mêmes raisons.

Les primates sont essentiellement détenus à des fins d'agrément. Dans les quartiers, les enfants éprouvent beaucoup de plaisir à les contempler. Etant donné que les primates sont des animaux de compagnie, d'aspect anthropomorphe, la quasi totalité des détenteurs (98,2%) ont déclaré que si les singes apprivoisés meurent, ils les enterrent. Très peu d'entre eux ont avoué qu'ils pouvaient revendre leur bête pour gagner de l'argent (1,2%) ou en manger la chair (0,6%).

3. Légitimité de détention des espèces sauvages

L'Arrêté Ministériel n° 043/CAB/MIN/ECNT/94 du 22 février 1994 (1) fixant les taux des taxes en matière de faune et flore en République Démocratique du Congo dans son article 9 stipule que "Tout détenteur d'un animal sauvage et de ses sous-produits doit payer la taxe sur le certificat de légitime détention, selon que l'animal est totalement protégé, partiellement protégé et non protégé". Le coût de la détention légitime des espèces recensées est repris au tableau 3.

Sur les 153 animaux recensés dans la Cité de Bunia, les espèces totalement protégées représentaient 29,41%; les espèces partiellement protégées 1,96% et les espèces non protégées 68,63%. Un seul perroquet était légalement détenu (soit 0,65%). Les 43 autres perroquets, toutes les 79 pintades, les 3 canards d'eau et les 27 mammifères étaient détenus illégalement (soit 99,35%).

Conformément à l'Arrêté cité ci-dessus, le coût du permis de légitime détention se chiffre respectivement à 85,70 \$US par chimpanzé nain; 2,86 \$US par perroquet; 1,43 \$US par pintade; 4,29 \$US par *Colobus sp* et *Cercopithecus mitis*; 2,86 \$US par Céphalophe bleue et pour tout autre primate. Cela représente un manque à gagner de 407,45 \$US au service de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme pour la Cité de Bunia alors que le pays devrait tirer profit des ressources de sa faune et en maximiser ainsi la valeur économique (4,17,18). Cela interpelle le service

concerné afin qu'il assume adéquatement ses responsabilités.

4. Conditions de détention des espèces sauvages

Détenu, le perroquet voit ses tectrices coupées, il vit le plus souvent seul, perché, libre dans la cage, en clôture, en plein air ou lié à une corde. Dans leur habitat naturel, les perroquets vivent en bande dans la forêt sur les hauteurs des arbres. Ils s'isolent de leurs congénères pour former des couples monogames en période des "amours". Leur état de détention est incompatible avec certaines de leurs mœurs. Ainsi, on a jamais enregistré la reproduction à domicile.

Les pintades qui sont élevées vivent en plein air comme les poules et passent la nuit ensemble dans la cuisine. Dans ces conditions, l'élevage de ces oiseaux semble poser peu de problèmes en ce qui concerne l'alimentation des adultes. Si elles supportent mieux la captivité que les autres galliformes sauvages, on arrive toutefois jamais à les apprivoiser complètement. Il est impropre de parler d'une véritable domestication à leur sujet, car les pintades conservent à un degré très élevé les habitudes d'un oiseau sauvage refusant de se laisser complètement apprivoiser par l'homme (11). C'est ainsi que les éleveurs éprouvent d'énormes difficultés pour rassembler toute la nichée.

Les primates aux mœurs arboricoles, vivent en bande à l'état sauvage. Une fois apprivoisés, ils passaient des journées attachés à une corde au niveau de la hanche ou à une chaîne métallique. Tous passaient la nuit dans une maison à l'exception du babouin qui, selon les détenteurs, refuserait d'y dormir et préférerait monter la garde à l'instar du chien.

L'alimentation est une des contraintes auxquelles sont soumises les espèces sauvages apprivoisées. Tous les détenteurs ont déclaré: "L'animal mange ce que nous mangeons". Habitué naturellement aux crudités, ces animaux sont parfois soumis au régime constitué dans la plupart des cas d'aliments cuits.

L'enquête a montré que 0,7% de détenteurs ont affirmé avoir consulté un médecin vétérinaire, 36,3% ne l'ont pas consulté par ignorance, 62,2% ne l'ont pas fait faute d'argent et 0,8% ont soigné eux-mêmes, tant bien que mal, leur bêtes à domicile. Il y a lieu d'affirmer que la santé des animaux apprivoisés préoccupe moins leurs détenteurs.

Le permis de légitime détention recommande la consultation régulière du vétérinaire afin de s'assurer de la santé de l'animal. Dans ce contexte, les détenteurs devraient faire procéder à la destruction des ectoparasites tous les quinze jours contre paiement de 0,41 \$US, à l'examen microscopique tous les deux mois contre versement de 0,83 \$US et à la vaccination renouvelable après 12 mois pour un coût de 10 \$US.

La détention d'une espèce animale sauvage ne se limite pas uniquement à l'achat d'un permis de légitime détention, elle implique surtout que le détenteur s'engage à assurer une alimentation saine et des soins appropriés à l'animal. D'où la nécessité d'une éducation mésologique de la population en matière de la faune en détention.

Pour associer les populations à une gestion rationnelle de la faune ou de l'ensemble des ressources biologiques de leur terroirs, il est impérieux de renforcer leur sensibilisation et de leur fournir la formation, l'information et les moyens nécessaires pour assumer les responsabilités et les compétences qui sont attendues d'elles (8,10,12,16,17).

Conclusion

Le recensement des animaux sauvages détenus dans la Cité de Bunia a permis de découvrir 153 bêtes dont 27 mammifères (17,65%) et 126 oiseaux (82,35%).

Les espèces animales sauvages sont généralement apprivoisées pour l'agrément, la vente et l'alimentation. Elles sont pour la plupart (99,35%) illégalement détenues. La santé de ces animaux arrachés à leur milieu naturel préoccupe malheureusement peu leurs détenteurs.

Eu égard à l'incompatibilité des conditions de détention des espèces sauvages dans la Cité de Bunia et au non-respect de la législation en la matière, nous suggérons:

- que le service de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme veille à l'application des textes légaux relatifs à la détention des espèces animales sauvages, afin d'éviter une exploitation illicite et incontrôlée de la faune sauvage;
- qu'une stratégie nationale de protection et de gestion rationnelle soit envisagée par les tenants du pouvoir en vue d'une conservation durable de la biodiversité congolaise.

Références bibliographiques

1. Arrêté Ministériel N° 043/CAB/MIN/ECNT/94 du 22 février 1994 fixant les taux des taxes en matière de faune et flore. Coordination ECNT/District Ituri, 9p.
2. Bola I., 1986. Exploitation de la faune mammalienne par la chasse dans la région de Kisangani. Univ. Kis. Fac. Sci. Thèse de doctorat inédite, 359 p.
3. Colyn M.N., Dudu A. & Mankoto M.M., 1987. Données sur l'exploitation du petit et moyen gibier des forêts ombrophiles du Zaïre. Symposium International et Conférence, Harare, pp. 109-146.
4. Davis R.K., 1969. Problèmes de développement et d'aménagement du commerce des produits de la faune. Rapport FAO, Lomé, 5 p.
5. Gambalemoke M., 1989. Données nouvelles sur la consommation des mammifères sauvages vendus sur le marché central de Kisangani (Haut-Zaïre). Univ. Kis. Fac. Sci. Mém. Lic. inédit, 54 p.
6. Gambalemoke M. & Punga K., 1993. La chasse des mammifères sauvages et les lois sur la chasse à Kisangani (Zaïre). *Ann. Fac. Sci. UNIKIS* 9: 177-187.
7. Heymans J.C. & Meurice J.C., 1973. L'exploitation de la faune sauvage en République du Zaïre. *Les Naturalistes Belges* 54 (6): 246-254.
8. Hough J.L., 1988. Obstacles to effective management of conflicts between national parks and surrounding human communities in developing countries. *Environmental Conservation* 15: 129-136.
9. Kingdom J., 1997. *The Kingdom Field Guide to African Mammals*. Academic Press, New York, 464 p.
10. Oates J.F., 1995. The dangers of conservation by rural development - a case study from the forests of Nigeria. *Oryx* 29: 115-122.

11. Rizzoli (Editeur), 1972. Tous les animaux du monde. Tome V, oiseaux, Librairie Larousse, Paris, pp.113-116.
12. Robinson J.G., 1993. The limits to caring: sustainable living and the loss of biodiversity. *Conservation Biology* 7: 20-28.
13. Sabuni K., 1978. Contribution à l'étude de l'importance relative des mammifères sauvages en général et de *Cephalophus monticola* (Cephalophinés) en particulier dans la consommation de la viande de chasse à Kisangani. Univ. Kis. Fac. Sci. Mém. Lic. inédit, 44 p.
14. Saidi M.N., 1980. Sources et voies d'acheminement du gibier vendu au marché central de Kisangani. UNAZA Fac. Sci. Campus de Kisangani. Mém. Lic. inédit, 75 p.
15. Shada K., Buhirane L., Muanzi N.N. & Von Richter W., 1988. Enquête sur la vente de la viande de chasse dans la ville de Bukavu. *Nature et Faune, FAO & PNUD* 4 (3): 4-17.
16. Stephenson P.J. & Newsby J.E., 1997. Conservation of the Okapi Wildlife Reserve, Zaïre. *Oryx* 31 (1): 49-58.
17. Vincke P.P. & Sow P.A., 1996. Les enjeux fonciers de la gestion participative de la biodiversité dans la zone périphérique du Parc National du Niokolo Koba au Sénégal. *Tropicultura* 14 (1): 24-29.
18. Vincke P.P. & Singleton (éditeurs), 1982. Gestion de la faune sauvage facteur de développement ? Actes du colloque du 5 et 6 mai 1982. ISE-ENDA-UNESCO/MAB., 313 p.
19. Wetshi L., 1981. Consommation de mammifères sauvages à Kisangani (Haut-Zaïre). Observations nouvelles et évolution du marché. UNAZA Fac. Sci. Campus de Kisangani, Mém. Lic. inédit, 25 p.
20. Wetshi L., Biya M.N. & Ruelle J.E., 1987. Consommation de mammifères sauvages par la population de Kisangani. *Ann. Fac. Sci. UNIKIS* 4: 135-150.

M. Gambalemoke: Congolais. Licencié en Sciences Biologiques, Assistant à la Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo.

K. Kitambala: Congolais. Licencié Agrégé en Biologie, Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique Technique de la Communauté Evangélique au Centre de l'Afrique (ISPT/CECA-20) de Bunia, République Démocratique du Congo.

N. Tshikaya: Congolais. Licencié en Sciences Biologiques, Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique (ISP) de Bunia, République Démocratique du Congo.

K. Nyebone: Congolais. Gradué en Biologie-Chimie, en formation à l'Institut Supérieur Pédagogique (ISP) de Bunia, République Démocratique du Congo.

AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE CHANGING OF ADDRESS ADRESVERANDERING CAMBIO DE DIRECCION

Tropicultura vous intéresse! Dès lors signalez-nous, à temps, votre changement d'adresse faute de quoi votre numéro nous reviendra avec la mention "N'habite plus à l'adresse indiquée" et votre nom sera rayé de notre liste.

You are interested in Tropicultura! Make sure to inform us any change of your address in advance. Otherwise your issue will be sent back to us with the postal remarks "Addressee not traceable on this address" and then you risk that your name is struck-off from our mailing list.

U bent in Tropicultura geïnteresseerd! Stuur ons dan uw adresverandering tijdig door, anders riskeert U dat uw nummer ons teruggezonden wordt met de vermelding "woont niet meer op dit adres" en uw naam wordt dan automatisch van de adressenlijst geschrapt.

Si Tropicultura se interesa, comuniquenos a tiempo cualquier cambio de dirección. De lo contrario, la publicación que Ud. recibe nos será devuelta con la mención "No reside en la dirección indicada" y su nombre será suprimido de la lista de abonados.

NOTES TECHNIQUES

TECHNICAL NOTES

TECHNISCHE NOTA'S

NOTAS TECHNICAS

Inventaire des plantes mellifères de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo).

M. Bakenga*, M. Bahati* & K. Balagizi**

Keywords: Bees - Honeybees - Plants.

Résumé

Cette étude a été effectuée dans le but de présenter la liste des plantes mellifères de Bukavu et ses environs. Les résultats ont montré que les abeilles visitent souvent 147 espèces de plantes. 71% de ces plantes sont nectarifères. Les colorations bleue, violette, jaune, rouge et rose semblent plus être attractives pour les abeilles.

Summary

Inventory of Honeybees Plants Growing in Bukavu and Surroundings (South-Kivu, Eastern of Democratic Republic of the Congo)

This study has been carried out in order to make the inventory on honeybee plants of Bukavu and its surroundings. Results showed that bees usually visit 147 species of plants. Bees collect nectar on 71% of these plants. Blue, violet, yellow, red and pink flower colours seem to be the best for bees attracting.

Introduction

Le miel constitue un des produits naturels les plus appréciés dans le monde grâce à ses avantages médicaux et alimentaires (1, 5, 6). Ce produit est synthétisé par les abeilles dont l'espèce rencontrée en Afrique est *Apis mellifera*, vivant entre 500 m et 2400 m d'altitude (5).

Cette espèce d'abeille limite son champ de butinage à quelques espèces végétales desquelles elle tire le pollen ainsi que le nectar en vue de produire du miel. Ces plantes sont alors appelées plantes mellifères (12,13). La qualité du miel dépend de la nature de l'espèce végétale dont la fleur est butinée et aussi du milieu physique où vit la plante (5).

Bien que le miel soit fort apprécié dans nos sociétés, la question portant sur son origine, sur les plantes utiles à sa préparation biologique préoccupe moins l'esprit humain.

Les travaux sur les plantes mellifères de l'Afrique sont en cours de réalisation à travers le monde (5,12,13), mais aucune étude de ce genre ne porte sur la flore congolaise, pourtant très riche par sa diversité biologique.

Ainsi ce travail concerne l'inventaire des plantes mellifères qui poussent en région d'altitude (le Bushi) dans

la province du Sud-Kivu (Est de la République Démocratique du Congo). Il trouve son intérêt dans le cadre de l'étude des interrelations Homme-Plante-Animal.

Milieu d'étude

La ville de Bukavu, chef-lieu de la province du Sud-Kivu, est située dans le Bushi (ou territoire occupé par l'ethnie des bashis). Cette région occupe la côte sud-ouest du lac Kivu.

Elle comprend les territoires de Walungu, Kabare, Idjwi et une partie de celui de Mwenga. Il y règne un climat tropical d'altitude (1500 à 2200 m) à courte saison sèche (de juin à août) et une saison de pluies (de septembre à mai). Le maximum de pluviosité se présente en novembre et mars. La température moyenne annuelle est de 20,5°C (1).

Le Bushi se situe dans la région du Rift albertin, de grande biodiversité. Il connaît ainsi des conditions particulièrement favorables à l'apiculture.

Matériel et méthodes

La recherche sur les plantes mellifères s'est déroulée durant 5 mois (de mars 1995 à juillet 1995). Les sites d'étude étaient constitués par les champs de cultures,

* API-KIVU. C/o Institut Supérieur Pédagogique (ISP) de Bukavu BP. 854 Bukavu, Rép. Dém. du Congo.

** Centre de Recherche en sciences Naturelles (CRSN), Lwiro. DS Bukavu, Rép. Dém. du Congo.

NB: Toute correspondance relative à la publication via (Matabaro Bakenga, BP 1645 Bukavu Rép. Dém. du Congo).

Reçu le 21.08.98 et accepté pour publication le 11.01.99.

les jachères, les jardins familiaux et les buissons et brousses trouvés dans la ville de Bukavu et les milieux ruraux environnants. Les prospections ont été faites dans les stations de Nyantende (territoire de Walungu), Mumosho et Mugogo (territoire de Kabare) et les territoires administratifs de la ville de Bukavu. Nous avons observé, 4 fois par semaine, de 6h30 à 12h00 et de 15h00 à 18h00 le mouvement des abeilles et les plantes fleuries qu'elles fréquentaient. Ce temps correspond à la période d'activités journalières des abeilles (8).

A chaque observation, les échantillons de plantes étaient récoltés et gardés au centre du projet API-KIVU à Bukavu. L'identification de ces plantes a été faite à l'herbarium du Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN) de Lwiro.

Nous avons aussi observé de près les abeilles et leur façon d'exploiter la fleur (recherche de pollen et de nectar) en regardant la position des corbeilles à pollen (structures anatomiques des abeilles pour la récolte du pollen) au moment du déplacement de l'abeille. Les espèces de plantes recensées ont été réparties en familles, en indiquant aussi leur type morphologique et la couleur caractéristiques de la fleur, ainsi que l'habitat dans lequel elles étaient observées. Aussi, les espèces végétales introduites (I) et indigènes (i) ont été signalées suivant la littérature disponible (4, 7, 9, 10, 11).

Des précisions ont été données sur la nature du produit que l'abeille tire de la plante (nectar ou pollen) et ainsi les plantes ont été classées en plantes pollinifères ou nectarifères. Les couleurs des fleurs des plantes observées ont été déterminées par comparai-

son avec les couleurs des fleurs des plantes décrites par Fichtl et Adi (5).

Résultats et discussions

Le tableau 1 présente les espèces de plantes fréquentées par les abeilles pour la production du miel à Bukavu et environs, en précisant leur type morphologique, la couleur de la fleur et le produit que l'abeille y récolte (nectar ou pollen).

De ce tableau, il apparaît que 147 plantes poussant spontanément ou introduites sont mellifères dont 70,9% sont recherchées par les abeilles pour leur nectar. 25% de ces plantes sont à la fois nectarifères et pollinifères.

Ces résultats montrent que la région étudiée est à vocation apicole, à cause de l'abondance des plantes nectarifères.

Les couleurs bleue, beige, jaune, rouge, violette et rose des fleurs semblent être caractéristiques des plantes mellifères représentant plus de 90% des plantes recensées.

Ces plantes méritent d'être multipliées, conservées et protégées d'autant plus que certaines d'entre elles sont aussi utiles pour fertiliser le sol ou lutter contre l'érosion, d'autres peuvent servir à l'alimentation humaine et/ou animale, d'autres encore sont connues comme plantes médicinales et vétérinaires (2, 3, 6).

Ce travail montre aussi que les abeilles jouent un rôle important dans la pollinisation de nombreuses plantes qui ont un intérêt écologique, alimentaire et économique et par ce fait même méritent d'être conservées, en s'appuyant sur des structures apicoles locales.

Tableau 1
Plantes mellifères de la ville de Bukavu et environs

N°	NOMS SCIENTIFIQUES	TM	HAB	NECT	POL	FLE	0
Acanthaceae							
1	<i>Acanthus pubescens</i> (Thomson ex Oliv.) Engl.	sa	Ja	+	+	Bv	i
2	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anders	Ha	Ru	+		B	i
3	<i>Brillantaisia cicatricosa</i> Lindau	sa	Ja	+		Rs	i
4	<i>Hygrophila auriculata</i> (Schumach.) Heine	Su	Ja	+		Bl	i
5	<i>Justicia schimperiana</i> (Hochst. Ex Nees) T. Anders	Ha	Ja	+	+	B	i
Agavaceae							
6	<i>Dracaena steudneri</i> Engl.	A	Bu	+	+	Vp	i
Amaranthaceae							
7	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Ha	Cu		+	Jv	I
8	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Ha	Cu		+	Jv	I
9	<i>Amaranthus gracilis</i> L.	Ha	Cu		+	Jv	I
Amaryllidaceae							
10	<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Hr	Jr		+	B	I
Anacardiaceae							
11	<i>Mangifera indica</i> L.	a	Jr	+	+	Cr	I
Apiaceae							
12	<i>Steganotaenia araliacea</i> Hochst.	a	Jr	+	+	B	i
Asteraceae							
13	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Ha	Ja	+		Bp	I
14	<i>Bidens grantii</i> (Oliv.) Sherff	Ha	Jr		+	J	i
15	<i>Bidens pilosa</i> L.	Ha	Ja		+	Bj	i
16	<i>Bothriocline longipes</i> Oliv. & Hiern	Su	Ja	+		PB	i
17	<i>Carduus nyassanus</i> (S. Moore) R.E. Fries	Ha	Ja	+		Vi	i
18	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Ha	Jr		+	J	I
19	<i>Coreopsis yuntibus</i> L.	Ha	Jr		+	J	I
20	<i>Crassocephalum bumbense</i> S. Moore	Ha	Ja	+		Ro	i
21	<i>Crassocephalum mannii</i> (Hook.f) Milne-Redhead	a	Jr	+		J	i
22	<i>Crassocephalum montuosum</i> (S.Moore) Milne-Redhead	Ha	Ja	+		J	i

23	<i>Crassocephalum vitellinum</i> (Benth.) S.Moore	Hg	Ja		+	J	i
24	<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	Hr	Jr		+	Rp	i
25	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Ha	Ja		+	Bj	i
26	<i>Guizotia scabra</i> (Vis.) Chiov.	Su	Ja		+	J	i
27	<i>Gynura ruwenzoriensis</i> (S.Moore) S.More	Hg	Ru		+	J	i
28	<i>Helianthus annuus</i> L.	Su	Cu		+	J	i
29	<i>Melanthera scandens</i> (Shumach.& Thonn.) Roberty	Su	Bu	+		J	i
30	<i>Microglossa pyrifolia</i> (Lam.) O. Kuntze	Su	Ja	+		Bg	i
31	<i>Mikania cordata</i> (Burm.) Bf.L.Robinson	Hg	Ja	+		Bl	i
32	<i>Senecio stuhlmannii</i> Klatt	a	Jr	+		Bl	i
33	<i>Spilanthes mauritiana</i> (Rich.ex.Pers.) DC	Hp	Ja		+	J	i
34	<i>Tagetes minuta</i> L.	Ha	Ja	+	+	J	i
35	<i>Tagetes patula</i> L.	HA	Jr	+	+	RJ	i
36	<i>Taraxacum officinale</i> L.	Ha	Ru	+		J	i
37	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsley) A. Gray	Su	Ja		+	J	i
38	<i>Vernonia amygdalina</i> Del.	sa	Ja	+	+	Bg	i
39	<i>Vernonia kirungae</i> R.E. Fries	Su	Ja	+	+	Bg	i
40	<i>Zinnia elegans</i> L.	Ha	Jr		+	Rs	i
Balsaminaceae							
41	<i>Impatiens masiensis</i> De Wild.	Ha	Ja	+		Rs	i
42	<i>Impatiens niarniamensis</i> Gilg.	Ha	Ja	+		Ro	i
Bignoniaceae							
43	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	A	Jr	+		Ma	i
44	<i>Markhamia lutea</i> (Seem.) K. Schum.	a	Cu	+	+	J	i
45	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	A	Jr	+	+	Ro	i
46	<i>Tecoma stans</i> (L.) Jussieu ex. H.B.K.	sa	Bu	+	+	J	i
47	<i>Tecomaria capensis</i> (Thunb.) Spach	sa	Bu	+	+	Ro	i
Brassicaceae							
48	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.	Ha	Ja	+	+	J	i
49	<i>Brassica oleracea</i> L.	Ha	Cu	+	+	J	i
50	<i>Erucastrum arabicum</i> Fisher & Meyer	Ha	Ja	+		J	i
Caesalpinaceae							
51	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	sa	Jr	+		Rs	i
52	<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston	Su	Cu	+	+	J	i
53	<i>Cassia didymobotrya</i> Fresen.	Su	Bu	+	+	J	i
54	<i>Cassia floribunda</i> Cav.	Su	Ja	+	+	J	i
55	<i>Cassia hirsuta</i> L.	Su	Ja	+	+	J	i
56	<i>Cassia mimosoides</i> L.	Ha	Jr	+	+	J	i
57	<i>Cassia occidentalis</i> L.	Ha	JR	+	+	J	i
58	<i>Cassia spectabilis</i> DC.	A	Jr	+	+	J	i
Cannaceae							
59	<i>Canna indica</i> L.	Hg	Jr	+		J	i
60	<i>Canna grandifolia</i> L.	Hg	Jr	+		J	i
Cappariaceae							
61	<i>Gynandropsis gynandra</i> (L.) Brig	Ha	Cu		+	B	i
Caricaceae							
62	<i>Carica papaya</i> L.	sa	Jr	+	+	Bg	i
Commelinaceae							
63	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Hp	Ru		+	Be	i
Convolvulaceae							
64	<i>Ipomoea batatas</i> (L) Lam.	Hp	Cu	+		Bv	i
65	<i>Ipomoea involucreta</i> P. Beauv.	Li	Ru	+		Bv	i
Cucurbitaceae							
66	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Mansf.	Hg	Bu	+	+	B	i
67	<i>Cucurbita maxima</i> L.	Hg	Cu	+	+	J	i
68	<i>Lagenaria sphaerica</i> (Sond.) Naud.	Hg	Cu		+	B	i
69	<i>Luffa cylindrica</i> (L.) M.J. Roem.	Hg	Jr		+	J	i
70	<i>Zehneria scabra</i> (L.F.) Sond.	Hg	Ja		+	J	i
Euphorbiaceae							
71	<i>Euphorbia pulcherima</i> Wild.	sa	Jr	+	+	Ro	i
72	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	sa	Cu	+		B	i
73	<i>Ricinus communis</i> L.	A	Ja	+	+	Ro	i
Fabaceae							
74	<i>Arachis hypogea</i> L.	Ha	Cu	+		J	i
75	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	sa	Cu	+		J	i
76	<i>Canavalia gladiata</i> (Jacq.) DC.	Hg	Jr	+		B	i
77	<i>Crotalaria spinosa</i> Hochst. ex Benth.	Ha	Ja	+		J	i
78	<i>Desmodium repandum</i> (Vahl) DC.	Su	Ja	+		Ro	i
79	<i>Erythrina abyssinica</i> Lam. ex. DC.	a	Jr	+		Ro	i
80	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Hg	Cu	+		Rs	i
81	<i>Pisum sativum</i> L.	Hg	Cu	+		Ro	i
82	<i>Pueraria javanica</i> L.	Li	Ja	+		B	i
83	<i>Tephrosia vogelii</i> Hook. F.	sa	Ja	+		B	i
84	<i>Vigna vexillata</i> (L.) Benth.	Li	Ja	+		B	i

	Geraniaceae						
85	<i>Pelargonium zonale</i> L.	Hs	Jr	+	+	Ro	I
	Lamiaceae						
86	<i>Hoslundia opposita</i> Vahl	Su	Jr	+	+	Be	i
87	<i>Hyptis suaveolens</i> Poit.	Su	Ja	+	+	J	i
88	<i>Leonotis nepetifolia</i> R. Br.	Su	Ja	+		J	I
89	<i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) R. Br.	Su	Ja	+	+	O	i
90	<i>Mentha aquatica</i> L.	Hs	Ja	+	+	B	i
91	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	Su	Ja	+		Vi	i
92	<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews	Su	Ja	+		B	I
93	<i>Solenostemon ocyroides</i> Schumac. & Thonn.	Su	Ja	+	+	Be	i
	Lauraceae						
94	<i>Persea americana</i> Mill.	A	Jr		+	Bg	I
	Liliaceae						
95	<i>Lilium candidum</i> L.	Hr	Jr	+	+	J	I
	Malvaceae						
96	<i>Abutilon mauritianum</i> (Jacq.) Medic.	Su	Ja	+		J	i
97	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	sa	Jr		+	Ro	I
98	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Su	Jr		+	Rp	I
99	<i>Hibiscus surratensis</i> L.	Su	Ja		+	J	i
100	<i>Hibiscus fuscus</i> Garcke	Su	Ja		+	B	i
101	<i>Malva verticillata</i> L.	Su	Ja		+	Vi	I
102	<i>Pavonia urens</i> Cav.	Su	Ja		+	Rs	i
103	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Su	Ja		+	J	i
	Meliaceae						
104	<i>Melia azedarach</i> L.	sa	Jr	+	+	Ma	I
	Mimosaceae						
105	<i>Entada abyssinica</i> Steud. ex A. Rich.	a	Bu		+	J	i
106	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit	sa	Jr	+	+	B	I
107	<i>Mimosa invisa</i> Mart.	Hg	Ja	+	+	Rs	i
	Musaceae						
108	<i>Musa nana</i> L.	Hr	Cu	+		Bg	I
109	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Hr	Cu	+		Bg	I
110	<i>Musa sapientum</i> L.	Hr	Cu	+		Bg	I
111	<i>Musa sinensis</i> L.	Hr	Cu	+		Bg	I
	Myrtaceae						
112	<i>Eucalyptus</i> sp	A	Cu	+		Jp	I
113	<i>Callistemon speciosus</i> DC.	a	Jr	+		Ro	I
114	<i>Psidium guajava</i> L.	a	Jr	+		Jp	I
115	<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC.	a	Bu	+		Jp	i
	Oxalidaceae						
116	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Hp	Ja	+	+	J	i
117	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Hg	Jr				
118	<i>Passiflora vitifolia</i> H.B.K.	Hg	Ja	+		Ve	I
	Phytolacaceae						
119	<i>Phytolacca dodecandra</i> L'Hérit.	Li	Bu		+	Ro	i
	Poaceae						
120	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Ha	Ru		+	Bc	i
121	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Ha	Ja		+	Bc	i
122	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Ha	Cu		+	Bc	I
123	<i>Zea mays</i> L.	Ha	Cu		+	Bc	I
	Polygonaceae						
124	<i>Polygonum nepalense</i> Meissn.	Hs	Ja		+	Vr	I
125	<i>Polygonum senegalensis</i> Meissn.	Hs	Ja		+	Vr	i
126	<i>Rumex bequaertii</i> De Willd.	Hr	Ja		+	Vr	i
127	<i>Rumex abyssinicus</i> Jacq.	Hr	Ja		+	Vr	i
128	<i>Rumex usambarensis</i> Dammer	Hr	Ja		+	Vr	i
	Rosaceae						
129	<i>Rubus apetalus</i> Poir.	Hg	Ja	+		V	i
	Rubiaceae						
130	<i>Coffea arabica</i> L.	a	Cu	+		Bg	i
131	<i>Cinchona succirubra</i> L.	a	Cu	+		B	i
	Rutaceae						
132	<i>Citrus aurantium</i> L.	a	Jr	+		Bg	I
133	<i>Citrus limon</i> L. (Burm)	a	Jr	+		Bg	I
134	<i>Citrus medica</i> L.	a	Jr	+		Bg	I
135	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	a	Jr	+		Bg	I
	Solanaceae						
136	<i>Datura metel</i> L.	sa	Jr	+		B	I
137	<i>Datura stramonium</i> L.	sa	Ja	+		B	I
138	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Ha	Cu	+		Br	I
139	<i>Physalis peruviana</i> L.	Ha	Ja	+		J	I
140	<i>Solanum indicum</i> L.	Su	Ja	+		Vi	i

141	<i>Solanum nigrum</i> L.	Ha	Cu	+	Vi	i
142	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Su	Bu	+	Vi	i
143	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Hr	Cu	+	B	l
144	<i>Withania somnifera</i> (L.) Dunal	Su	Ja	+	J	i
	Tiliaceae				Ro	
145	<i>Triumfetta cordifolia</i> A. Rich	Su	Cu	+	Be	i
	Tropaeolaceae					
146	<i>Tropaeolum majus</i> L.	Li	Ja	+	Ro	l
	Verbenaceae					
147	<i>Strachytarpheta angustifolia</i> (Mill.) Vahl	Su	Jr	+	Be	l

Légende

Type morphologique

A: Arbre
a: Arbuste
sa: sous-arbuste
Su: Suffrutex
Ha: Herbe annuelle
Hg: Herbe grimpante
Hr: Herbe rhizomateuse
Hs: Herbe stolonifère
Li: Liane

O: Origine
l: introduite
i: indigène

TM: Type morphologique
HAB: Habitat
NECT: Nectarifère
POL: Pollinifère
FLE: Couleur de la fleur

Habitat

Ja: Jachère
Jr: Jardin
Ru: Rudérale
Cu: Lieu cultivé
Bu: Buisson

Couleur de la fleur

B: Blanc
Bl: Blanc
Be: Bleu
Bj: Blanc avec un intérieur jaune
V: Vert
Vp: Vert-pâle
Vi: Violet
J: Jaune
Jv: Jaune verdâtre
Cr: Crème

Bc: Blanc Crème

Bp: Bleu pâle
Ro: Rouge
Rs: Rose
RJ: Rouge ou jaune
Bg: Beige
Ma: Mauve
O: Orangé
Rp: Rouge pâle
Jp: Jaune pâle
Ve: Violacé
Vr: Vert tacheté de rouge

Conclusions

Ce travail a essayé de présenter l'inventaire des plantes visitées par les abeilles au Sud-Kivu. Ces données sont sans doute incomplètes et laissent entrevoir les possibilités de poursuivre les observations sur tout le territoire de Bushi et même du pays entier, comme ce fut le cas en Ethiopie (5). Mais ceci implique un travail d'équipe si l'on veut présenter un catalogue complet des plantes mellifères de la région. Une étude palynologique de la qualité du miel produit

par les abeilles du Bushi est également nécessaire pour évaluer l'apport des plantes locales dans la production.

Remerciement

Les auteurs remercient vivement Madame Mbake Sivha, chercheur de l'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature (ICCN) pour les conseils et la documentation fournie au cours de la rédaction de ce travail.

Références bibliographiques

- Bakenga M. & Mapatano M., 1994. Apiculture au Zaïre. Amélioration optimale de l'apiculture au Bushi. Bull. Techn. Apic. 21 (1) 85: 11-18.
- Balagizi K. & Defour G., 1998. Plantes médicinales du Bushi à usage alimentaire. Revue du CERDAF, Bukavu (Soumis).
- Defour G., 1985. Elément d'identification de 400 plantes médicinales et vétérinaires du Bushi. Ed BANDARI, Bukavu. pp.116.
- Encarnacion G.M. & Cristobal L.M., 1990. Plantas medicinales de Guinea ecuatorial, Centro Cultural Hispano-Guineano, Malabo. pp.252.
- Fichtl R. & Adi A., 1994. Honey. Flora of Ethiopia, Margraf Verlag, pp.510.
- Hirt H. & M'pia B., 1986. La médecine naturelle tropicale. Marianum Press. Uganda pp.120.
- Katende A.B., Birnie Ann & Tengnäs Bo, 1995. Useful trees and shrubs for Uganda. Identification, propagation and management for agricultural and pastoral communities. Caroline Angola, Nairobi, Kenya. pp.710.
- Manegabe B., 1996. Essai d'inventaire systématique des plantes mellifères de la ville de Bukavu et ses environs. Travail de fin d'études, ISP/Bukavu. Inédit. pp.35.
- Troupin G., 1978. Flore du Rwanda. Spermaphytes Vol I, Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique. pp.413.
- Troupin G., 1978. Flore du Rwanda. Spermaphytes Vol II, Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique. pp.603.
- Troupin G., 1978. Flore du Rwanda. Spermaphytes Vol III, Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique. pp.729.
- Vandeghinest E., 1989. L'apiculture au Rwanda, travail de fin d'études, ISAT, 11 rue Paul Pastur 7800 Ath, Belgique. pp.169.
- Villière B., 1987. L'apiculture en Afrique tropicale. Tardy Quercy, Paris. pp.220.

M. Bakenga: Congolais. Biologiste et Chef de travaux à l'ISP/BUKAVU. Responsable du projet Apicole au Kivu (API-KIVU)/ (Rép. Dém. du Congo).

B. Manegabe: Congolais. Biologiste et chercheur au Projet Apicole du Kivu (Rép. Dém. du Congo).

K. Balagizi: Congolais. Biologiste et attaché de recherche au Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN) Lwiro (Rép. Dém. du Congo).

Beekeeping in Tanzania

Prandin L., Pedrazzini G. & Mutinelli F.

Keywords : Beekeeping - Tanzania

Beekeeping is traditionally practised in Tanzania, a country with widespread available sources of pollen for bees, e.g., *Eucalyptus*, *Kotschyia*, *Syzygium*, *Diervillea*, *Helianthus*, *Citrus* and *Zea mays*. In spite of this, production is limited and not sufficient to satisfy domestic requirements. Beekeeping is still considered a secondary activity, carried out by a few people and combined with work in agriculture.

Apis mellifera scutellata is the main species found in Tanzania. Bee families are bred in traditional log hives made of wooden trunks 80-150 cm long, opened longitudinally, dug out inside and then reclosed with liana bindings. A hole is made at the top to allow access to bees. The hives are usually hung on trees 6 m high. Beekeepers with less experience use old circular jars of 60-80 cm diameter, provided with a side opening for bee entry, which are put upside-down in bushes. Natural swarms populate both types of hives, because they are attracted by the beeswax smell which is spread on the entrance or inside the hive. It is not the habit of the local beekeepers to capture swarming bees. After the bees have entered the hive, beekeepers visit the hive to harvest the honey.

Harvesting is often a special time in the social life of a village because all the men are involved. Tanzanian beekeepers harvest honey at night, in order to avoid being stung, because they lack proper equipment and protective clothing. Smoke from dry burning ferns is also used to keep the bees off.

Harvesting must be carried out as fast as possible, and confusion often results. As a consequence, honey and brood combs may be harvested together, or combs may be broken.

As regards health status, *Apis mellifera scutellata* does not need care, since it is not subject to diseases such as American and European foulbrood, noseema, varroosis or virus-induced diseases.

Bees' real enemies are the badgers, which love honey,

and stinging ants, or "sifafu" as they are called by the local population. These ants can cause serious damage, e.g., destruction of combs and theft of honey, so that the bees are forced to abandon the hive.

Beekeepers try to protect hives from the *sifafu* using rags soaked in bad-smelling substances. Hanging the hives on trees is the main way of avoiding badger damage.

Working of bees-products is usually elementary in Tanzania, since proper beekeeping equipment is not used. Honey is extracted by boiling the combs, or pressing and later straining. Both methods produce honey contaminated with pollen and brood. Extraction by boiling causes wax to rise to the surface, after which it is purified. The wax is collected in a bag used as a strainer pressed between two sticks. Discarded material is used to feed pigs.

The local population does not eat much honey, because the people believe it causes stomachache. However honey is consumed in large amounts with maize meal.

The honey trade is carried on by others, who pay beekeepers about 0.4 USD per kg of honey, and then sell it to shops in the capital. Here, the national product is sold to consumers in 400 g tins for 2.5 USD, while the imported honey, American (2.5-3.4 USD/312 g), Kenyan (1.7 USD/500 g) or Italian (1.7 USD/250 g) is sold in glass jars.

Beeswax is not used by beekeepers, but is sold to traders for 1.7 USD/kg.

Another bee product, propolis, is produced by *Meliponae*, stingless bees and sold on the local market.

NB: All prices of this article refer to 1996.

Literature

A.V.N. Kihwele, 1977. Honey production, quality control and marketing in Tanzania. In: *Perspectives for honey production in the tropics*. NECTAR, Utrecht, The Netherlands, pp.67-88.

Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, via Romea, 14a - 35020 Lognaro (PD) Italia.

Received on 01.02.00 and accepted for publication on 29.02.00.

L. Prandin: Italian. Degree in Biology, consultant at the Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie.

G. Pedrazzini: Italian. Degree in Veterinary Medicine, Veterinary practitioner.

F. Mutinelli: Italian. Degree in Veterinary Medicine, permanent position at the Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie.

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

L'homme et l'animal: un débat de société.

A.P. Ouedraogo & P. Le Neindre coord. (1999). Un point sur... Paris, INRA. 218 pages.
Prix 145 F + 30 F frais de port.

Cet ouvrage est la résultante d'un séminaire pluridisciplinaire qui s'est tenu les 6 et 7 décembre 1995 à Paris sur le thème "Comportement humain et bien-être animal". Dans l'approche utilisée, le bien-être animal sort de son cadre purement éthologique pour être confronté aux aspects sociaux et économiques liés aux spéculations animales et à la perception des animaux domestiques par l'être humain. Spécialistes des sciences sociales et spécialistes des sciences biologiques y apportent leurs contributions et font interagir leurs disciplines, ce qui permet de mieux appréhender le problème d'interaction homme-animal-économie d'élevage-environnement.

Les contributions des différents auteurs sont réparties en trois chapitres. Le premier concerne les aspects philosophiques de la relation homme-animal et pose la question de savoir quels sont les droits des animaux dans une économie de profit, mais aussi dans un contexte où les populations deviennent de plus en plus sensibles à cette problématique, suite aux récents problèmes survenus dans les filières industrielles animales (utilisation d'hormones dans la production de viande, utilisation de farines animales chez les ruminants provoquant la maladie de la "vache folle" et plus récemment l'apparition de dioxines dans des poulets de chair suite à l'ingestion d'aliments contaminés). L'ambivalence du statut de l'animal dans la société occidentale est mise en exergue, montrant les relations souvent ambiguës de l'homme moderne vis-à-vis des animaux de rente et de leurs produits.

Un deuxième chapitre traite des aspects liés à l'économie politique et à l'éthologie. On approche ici plus de la réalité des relations homme-animal, de l'influence de chacun sur le comportement de l'autre et de l'évolution des textes de loi qui sont mis en application dans l'Union Européenne.

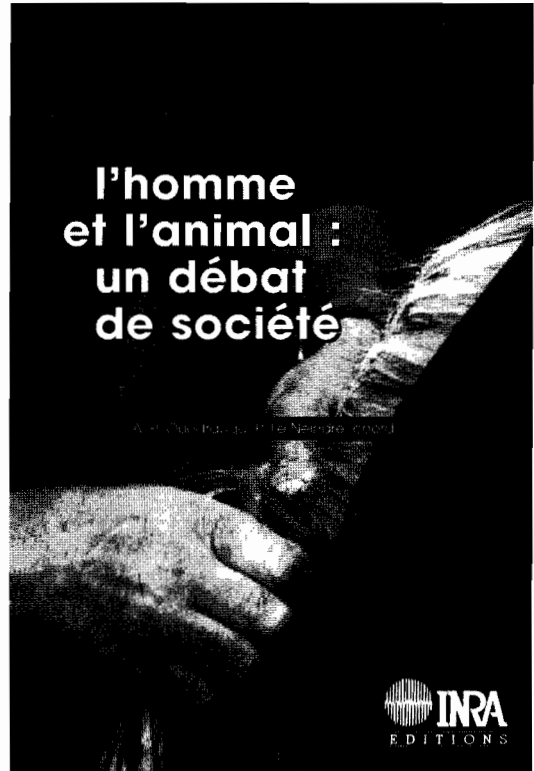
Enfin, un troisième chapitre appréhende les usages et représentations de l'animal dans la société, évoquant les aspects d'évolution des standards de races animales suite à la remise en question de techniques mutilantes (p.ex. la caudectomie du cheval de trait), le végétarisme en France, le rapport à l'animal dans la recherche médicale et dans les sacrifices socio-religieux.

A notre avis, ce recueil est intéressant surtout par l'avancée vers une recherche pluridisciplinaire liant l'homme à l'animal. Les spécialités sortant de leur "verticalisme" apportent des éléments à une vision globale d'un phénomène très complexe dans les sociétés industrialisées et dont l'enjeu est certainement lié à l'homme lui-même et ce qu'il compte faire de son futur.

Mais quel peut être l'intérêt de ce livre dans le contexte du développement de l'élevage dans les tropiques se dira le lecteur ? La carence actuelle en produits alimentaires n'occulte-t-elle pas cette réflexion, le moment n'étant pas encore à ces considérations ?

Néanmoins, l'évolution est rapide et, à notre avis, la concentration urbaine à laquelle on assiste dans les Pays en Développement (PED) va amener, sans doute, de plus en plus des problèmes d'interaction.

Ce livre peut donc être lu par des décideurs des PED qui veulent affiner une réflexion à long terme. Sinon, nous pensons qu'il intéresse surtout les techniciens concernés par l'élevage en Europe.



INRA
EDITIONS

E. Thys
Juillet 1999

Guide de l'élevage du dromadaire

B. Faye, C. Meyer & A. Marti

1ère édition, 1997; 128 pages, format 18 x 25,5 cm, avec deux très jolis dessins en pleine page sur papier transparent. Edité par SANOFI (Santé Nutrition Animale). La Ballastière B.P. 126, F-33501 Libourne Cedex, France. CIRAD-EMVT, B.P. 5035, F-34032 Cedex, France (adresse auteur). Prix : 400 FF - 60,98 €

L'auteur, chercheur au CIRAD-EMVT, entraîne ses lecteurs dans un passionnant Guide qui est à la fois très pointu dans les explications fournies et extrêmement clair dans les descriptions. Origine, races et types, particularités anatomiques et physiologiques, techniques d'élevage et productions prennent à peu près 2/3 du volume, le restant étant consacré à la pathologie et aux maladies du dromadaire.

Ce passionné manifeste des camélidés fait le point sur plusieurs particularités trop souvent expliquées avec fantaisie. Ainsi la notion de température corporelle est très relative puisqu'il peut y avoir jusqu'à 8°C de différence entre ce qu'on peut mesurer le matin et le soir en l'absence de toute infection. De même le bilan d'eau corporelle dépend de nombreux facteurs parmi lesquels il ne faut jamais oublier le rein, intervenant par exemple par une récupération de l'eau et l'urine produite. Ce même rein réagira, en situation de déficit protéique, en excréant très peu d'urée (parfois présente pour 1% seulement dans l'urine contre 23% chez le mouton).

Bernard Faye conclut que le dromadaire est occupé à réussir le passage vers l'intensification de son exploitation et qu'il pourrait couvrir sous des climats arides des besoins aussi variés que croissants en valorisation d'espaces fragiles, en production de lait et viande ainsi que fumier et travail, sans oublier des usages dans la société de loisirs qui se développe aussi là où le dromadaire fait partie du paysage. Les dernières lignes de l'ouvrage expriment parfaitement la confiance de l'auteur: si le dromadaire constitue l'un des moyens de limiter, voir d'enrayer l'avancée des déserts, alors il est plus un animal de l'avenir que celui du passé.

J. Hardouin
Avril 2000

De la canne au rhum

Berthe Ganou-Parfait & L. Fahrasmane

INRA, édition 1997. 112 pages, format 16 x 24 cm. Prix 152 FF (+ 30FF de port)

L'ouvrage de Berthe Ganou-Parfait et de Louis Fahrasmane paru chez INRA Editions nous parle d'une des plus importantes productions agricoles au monde. Partant de son histoire, de ses origines orientales et des migrations qui l'ont conduite aux Amériques ou est né le rhum, il nous expose de manière didactique de fabrication rhumière passée et présente ainsi que la typologie des produits de la rhumerie.

Le caractère aromatique du rhum des Antilles françaises en fait autant un ingrédient culinaire qu'un alcool de bouche, produit aussi bien dans des ateliers artisanaux que dans des usines. La reconnaissance de la qualité de ces différents produits sous forme de label et d'AOC exige une rationalisation des techniques de production; tout particulièrement au niveau de la microbiologie des milieux fermentaires, dans un contexte toujours plus compétitif.

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants, aux enseignants et aux scientifiques. Il sera pour les professionnels, en particulier les distillateurs, une référence en matière de rendement et de conduite du processus fermentaire.

Il intéressera également les lecteurs curieux d'en savoir plus sur l'histoire et l'économie d'une des plus importantes productions agricoles des Antilles..

G. Mergeai
Juillet 2000

AGRI-OVERSEAS a.s.b.l., association créée dans le but d'établir des relations professionnelles d'intérêts communs entre tous ceux qui œuvrent pour le développement rural outre-mer.

Elle publie une revue scientifique et d'information "**TROPICULTURA**" consacrée aux problèmes ruraux dans les pays en développement et éditée trimestriellement par la Direction Générale de la Coopération Internationale (D.G.C.I.).

Organisation

Agri-Overseas se compose d'institutions belges : les quatre Facultés en Sciences agronomiques, (Gembloux, Gent, Leuven et Louvain-la-Neuve), les deux Facultés en Médecine vétérinaire (Gent et Liège), le Département de Production et Santé animales de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (Antwerpen), la Section interfacultaire d'agronomie de l'Université libre de Bruxelles, les Facultés universitaires de Notre Dame de la Paix (Namur) et la Fondation Universitaire Luxembourgeoise (Arlon), la Direction Générale de la Coopération Internationale et des membres individuels.

Conseil d'Administration

Actuellement composé du Professeur Dr. J. Vercruyse, Président; du Dr. Ir. G. Mergeai, Administrateur Délégué; du Dr. E. Thys, Secrétaire; du Professeur Honoraire Dr. P. Kageruka, Trésorier; du Professeur Honoraire Dr. Ir. J. Hardouin, membre.

Comité de Rédaction

Actuellement constitué du Dr. Ir. G. Mergeai, Rédacteur en Chef, et des Rédacteurs-délégués suivants : le Prof. J. Deckers pour l'Ecologie, la Fertilité des sols et les Systèmes d'exploitation; le Prof. Dr. J.-C. Micha pour les "Pêches et la Pisciculture", le Prof. C. Renard pour l'Agrostologie et la Phytotechnie", le Dr. E. Thys pour la "Production animale et le Gibier", le Prof. Dr. Ir. P. Van Damme pour l'"Agriculture et la Foresterie", le Prof. Dr. J. Vercruyse pour la "Santé Animale".

Le secrétariat traite directement les autres sujets relevant de la compétence de la revue (économie, sociologie, etc...).

Secrétariat - Rédaction: Agri-Overseas / Tropicultura, c/o D.G.C.I., B.018 Rue Brederode, 6 à B - 1000 Bruxelles, Belgique.

Tél.: 32.02/51.90.743 - 594

E-mail : MJDesmet@badc.fgov.be. - GHarelimana@badc.fgov.be.

Distribution : gratuite sur demande écrite.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Conditions générales

Les manuscrits (l'original et quatre copies) sont à envoyer à Agri-Overseas à l'adresse ci-dessus. Ils peuvent être écrits dans les quatre langues suivantes: Français, Anglais, Néerlandais et Espagnol. Indiquer clairement l'adresse de l'auteur. Fournir la traduction anglaise du titre. Le Comité de rédaction soumettra le texte à deux lecteurs, spécialistes du sujet traité. Il sera éventuellement retourné à l'auteur pour être corrigé ou adapté. Un exemplaire restera dans les archives d'Agri-Overseas. L'auteur principal recevra 20 tirés-à-part de l'article.

Instructions pratiques

Le manuscrit comprendra au **maximum 10 pages** dactylographiées en double interligne et avec une marge à gauche de 5 cm, sur papier blanc de format DIN A4 (21 x 29,7 cm) ou sur disquette.

Disposition

Titre: court en caractères minuscules.

Noms et initiales des prénoms (entiers pour les dames) des auteurs avec un signe de renvoi en bas de première page avec l'adresse.

Keywords: maximum sept mots-clés en anglais.

Résumé: dans la langue de l'article et un summary, en anglais, avec un maximum de 200 mots.

Introduction - Matériel et méthodes ou observations - Résultats - Discussion - Conclusion(s) - Remerciements s'il y a lieu.

Références bibliographiques: Elles seront données par ordre alphabétique des noms d'auteurs et numérotées de 1 à X. Référencer dans le texte à ces numéros entre parenthèses.

Les références comprendront:

- pour les revues: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'article dans la langue d'origine, le nom de la revue, le numéro du volume souligné, la première et la dernière page.
Exemple: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. Int. Rev. Cytol. **33**, 157, 222.
- pour les ouvrages: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'ouvrage, le nom de l'éditeur, le lieu d'édition, la première et la dernière page du chapitre cité.
Exemple: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease. A prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders. pp 613 - 632 in: B.W. Volks en S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders Plenum, New-York.

Tableaux et figures seront soigneusement préparés sur feuilles séparées, numérotés de chiffres arabes au verso. Les mêmes données ne peuvent figurer simultanément en tableau et sur une figure. Les figures seront dessinées de façon professionnelle. Les photographies seront fournies non montées, bien contrastées sur papier brillant et numérotées au verso. Les titres et légendes seront dactylographiés sur feuille séparée.

Remarques : Eviter les notes en bas de page.

Eviter l'emploi de majuscules inutiles.

Eviter l'emploi des tirets.

Fournir la nationalité, les diplômes et la fonction de chacun des auteurs.

Fournir la traduction anglaise du titre.

Le Comité de rédaction se réserve le droit de refuser tout article non conforme aux prescriptions ci-dessus.

TROPICULTURA

2000 Vol.18 N°2
Four issues a year (March, June, September, December)

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

- Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr). as Influenced by Combined Application of Cowdung and NPK Fertilizer in Ogoja, Southeastern Nigeria (*in English*)
N. Ndaeyo, N.S. Oguzor, E.S. Utuk & S. O. Dan 49
- The Major Pests of Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* subs *sabouda*) in Bukavu and Around (*in French*)
J.M. Walangululu & G.N. Mushagalusa 55
- The Influence of African Animal Trypanosomiasis on Reproduction of Cattle in Africa (*in French*)
M. Zecchini, P. Kageruka & R. De Deken 58
- Effects of Inoculation with Five *Glomus* Species on *Racosperma auriculiforme* Growth and Nodulation in a Nursery in the Democratic Republic of the Congo (*in French*)
B. Bulakali, K. Lumande, N. Luyindula, N. Mbaya, T. Musasa & K. Mwange 63
- Strategy of Utilization of Locally Available Crop Residues and By-Products for Livestock Feeding in Tunisia (*in English*)
Aziza Moujahed-Raach, N. Moujahed & C. Kayouli 68
- Addition of Soyabean Meal and/or Rapeseed Meal in Barley-Based Concentrate for Fattening Sheep of D'Man and Queue Fine de l'Ouest Breeds (*in French*)
M. Mahouachi, M. Rekik, Naziha Atti, A. Chermeti & K. M'Hedhbi 74
- Consumption of some Tropical Grass Forages by Guinea-Pigs (*Cavia porcellus*) : Performances and Determination of Required Areas to Maintain a Flock (*in French*)
J. Kouonmenioc, J.D. Ngou Ngoupayou & J.M. Fotso Tagny 80
- Wild Animals Kept in the Town of Bunia (Democratic Republic of the Congo) : Inventory and Application of the Laws Related to Detention (*in French*)
M. Gambalemoke, K. Kitambala, N. Tshikaya & K. Nyebone 84
- TECHNICAL NOTES
- Inventory of Honeybees Plants Growing in Bukavu and Surroundings (South-Kivu, Eastern of Democratic Republic of the Congo) (*in French*)
M. Bakenga, M. Bahati & K. Balagizi 89
- Beekeeping in Tanzania (*in English*)
L. Prandin, G. Pedrazzini & F. Mutinelli 94
- BIBLIOGRAPHY 95

TROPICULTURA is a peer-reviewed journal indexed by AGRIS, CABI and SESAME

GDIC

DGCI