



# Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales

**J.L. Chávez-Servia, J. Tuxill y D.I. Jarvis, editores**



IDRC



SWISS AGENCY  
FOR DEVELOPMENT  
AND COOPERATION  
SDC



FUTURE  
HARVEST  
<[www.futureharvest.org](http://www.futureharvest.org)>

IPGRI is  
a Future Harvest Centre  
supported by the  
Consultative Group on  
International Agricultural  
Research (CGIAR)

# **Manejo de la diversidad de los cultivos en los** agroecosistemas tradicionales

**J.L. Chávez-Servia, J. Tuxill y D.I. Jarvis, editores**

El **Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI)** es un organismo científico internacional autónomo que busca promover la conservación y el uso de los recursos fitogenéticos para el bienestar de las actuales y futuras generaciones. Es uno de los 16 Centros *Future Harvest* auspiciado por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCAI), una asociación de miembros públicos y privados quienes apoyan los esfuerzos de los avances de la ciencia orientada a la reducción de la pobreza y el hambre, mejorar la salud y nutrición del hombre, y proteger el ambiente. El IPGRI tiene su centro de operación en Maccarese, Roma, Italia y oficinas en más de 20 países del mundo. El instituto opera a través de tres programas: (1) el Programa de Recursos Fitogenéticos, (2) el Programa de Apoyo a las Actividades de los Recursos Fitogenéticos del GCAI y (3) la Red Internacional de Mejoramiento de Banano y Plátano (INIBAP).

El carácter internacional del IPGRI lo confiere la firma del Convenio de Creación que, en enero de 2003, fue ratificado por los gobiernos de Argelia, Australia, Bélgica, Benin, Bolivia, Brasil, Burkina Faso, Camerún, Chile, China, Congo, Costa Rica, Cote d'Ivoire, Chipre, Dinamarca, Ecuador, Egipto, Eslovaquia, Grecia, Guinea, Hungría, India, Indonesia, Irán, Israel, Italia, Jordania, Kenia, Malasia, Mauritania, Marruecos, Noruega, Pakistán, Panamá, Perú, Polonia, Portugal, República Checa, Rumania, Rusia, Senegal, Sudan, Suiza, Siria, Túnez, Turquía, Ucrania y Uganda.

El aporte financiero para el desarrollo de la investigación del IPGRI proviene de más de 150 donantes, entre los que se incluyen gobiernos, fundaciones privadas y organizaciones internacionales. Para conocer los detalles de los donantes y de las actividades de investigación se recomienda revisar los reportes anuales del IPGRI, los que están disponibles en forma impresa mediante una solicitud a [ipgri-publications@cgiar.org](mailto:ipgri-publications@cgiar.org) o bien en el sitio *web* institucional ([www.ipgri.org](http://www.ipgri.org)).

Las designaciones geográfica referidas y la presentación del material en esta publicación no expresan en modo alguno la opinión del IPGRI o del GCAI sobre el estatus legal de ningún país, territorio, ciudad o área, ni acerca de sus autoridades o la delimitación de sus fronteras. De igual manera, los puntos de vista expresados por los autores no necesariamente reflejan el punto de vista de las organizaciones. La mención de alguna marca registrada se suministra sólo con fines informativos y no de apoyo al producto.

**Cita correcta:**

Chávez-Servia, J.L., J. Tuxill y D.I. Jarvis (eds). 2004. Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia.

ISBN 92-9043-658-1

IPGRI  
Via dei Tre Denari 472/a  
00057 Maccarese  
Rome, Italy

© Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, 2004

## Contenido

<b>Agradecimientos</b>	<b>vi</b>
<b>Prólogo</b>	<b>vii</b>
<b>I. Diversidad en los cultivos y agroecosistemas</b>	<b>1</b>
Conservación de la biodiversidad de tubérculos andinos en chacras de agricultores de Las Huaconas, Chimborazo, Ecuador: resumen de avances <i>César Tapia Bastidas</i>	1
Variedades criollas de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en el estado de Puebla, México: diversidad y utilización <i>Abel Gil-Muñoz, Pedro Antonio López, Abel Muñoz Orozco y Higinio López Sánchez</i>	18
Diversidad intraespecífica del ib ( <i>Phaseolus lunatus</i> L.) en la agricultura tradicional de la península de Yucatán, México <i>Jaime Martínez-Castillo, Filogonio May-Pa, Daniel Zizumbo-Villareal y Patricia Colunga García-Marín</i>	26
Conservación <i>in situ</i> de la biodiversidad de las variedades locales en la milpa de Yucatán, México <i>L. Arias, D. Jarvis, D. Williams, L. Latournerie, F. Márquez, F. Castillo, P. Ramírez, R. Ortega, J. Ortiz, E. Sauri, J. Duch, J. Bastarrachea, M. Guadarrama, E. Cázares, V. Interián, D. Lope, T. Duch, J. Canul, L. Burgos, T. Camacho, M. González, J. Tuxill, C. Eyzaguirre y V. Cob</i>	36
Diversidad morfológica del maíz criollo de la región centro de Yucatán, México <i>Tania Carolina Camacho Villa y Jose Luis Chávez Servia</i>	47
Variabilidad morfológica de maíces criollos de la península de Yucatán, México <i>Luis A. Burgos May, José L. Chávez Servia y Joaquín Ortiz Cereceres</i>	58
Propuesta para definir unidades de conservación <i>in situ</i> en huertos familiares: caso del chayote ( <i>Sechium edule</i> ) en Guatemala <i>C. Azurdia, H. Ayala, O. Rocha, G. Aguilar, O. Makepeace y R. Roma</i>	67
Identificación de arquetipos de pitahaya cv. roja ( <i>Hylocereus undatus</i> ) en Yucatán <i>M. Meza R., D. Cituk-Chan, Ricard Ortíz Ortíz y L. Borges G.</i>	77
Patrones isoenzimáticos de chiles criollos ( <i>Capsicum annum</i> L.) de Yucatán, México <i>Sara Hirán Morán Bañuelos, Maribel Ribero Borja, Yesenia García Flores, Porfirio Ramírez Vallejo</i>	83
Experiencias del proyecto milpa en maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en Chalco-Amecameca, México en su primera etapa <i>Rafael Ortega Paczka</i>	90

---

Estudio integral del valle de Tehuacán-Cuicatlán: recursos genéticos de plantas <i>Diódoro Granados-Sánchez, Miguel A. Hernández García y Georgina F. López Ríos</i>	97
<b>II. Manejo de la diversidad de los cultivos</b>	<b>110</b>
La medición agronómica de la eficiencia en el rendimiento de los cultivos múltiples <i>Celestino I. Chagoy Zamora</i>	110
Intervenciones participativas para la conservación del maíz en fincas en los valles centrales de Oaxaca, México <i>Mauricio R. Bellon, José Alfonso Aguirre Gómez, Melinda Smale, Julien Berthaud, Irma Manuel Rosas, Jorge Mendoza, Ana María Solano y Rafael Martínez</i>	118
Conservación <i>in situ</i> y mejoramiento participativo de la milpa en Oaxaca, México <i>Flavio Aragón-Cuevas, H. Castro, N. Dillanes, J.F. Ortega, J.M. Hernández C., E. Paredes, S. Montes, J. S. Muruaga y S. Taba</i>	124
Manejo de la sucesión ecológica como herramienta de diversificación agrícola y conservación de las selvas <i>Celestino I. Chagoy Zamora</i>	131
Effects of a regional drought on local management of seed stocks of maize, beans, and squash in central Yucatan state, Mexico: Preliminary findings <i>John Tuxill</i>	141
Sistema informal de abastecimiento de semillas de los cultivos de la milpa de Yaxcabá, Yucatán <i>Martín Gómez López, L. Latournerie Moreno, L. M. Arias Reyes, J. Canul Kú y J. Tuxill</i>	150
Sistemas de almacenamiento de las semillas de los cultivos de la milpa y sus plagas en Yaxcabá, Yucatán <i>Elaine Yupit Moo, Luis Latournerie Moreno, Luis M. Arias Reyes y José L. Chávez Servia</i>	157
Mejoramiento de tres razas de maíz para la península de Yucatán bajo retrocruza limitada <i>Fidel Márquez Sánchez</i>	163
Advances on the use of maize germplasm under the participatory plant breeding approach <i>Froylán Rincón-Sánchez, Norma A. Ruiz-Torres, Humberto de León-Castillo, and José L. Herrera-Ayala</i>	166
Beneficios potenciales del mejoramiento participativo de maíz en el sistema roza-tumba-quema de Yucatán, México <i>José Luis Chávez-Servia, Jaime Canul-Ku, Luis A. Burgos-May y Fidel Márquez-Sánchez</i>	175

---

<b>III. Aspectos sociales, culturales y económicos</b>	<b>188</b>
Experiencias sobre la diversidad en los cultivos y aspectos económicos de la conservación <i>in situ</i> en la Amazonia central peruana <i>Luis A. Collado, María Arroyo, Alfredo Riesco y José Luis Chávez Servia</i>	188
Participación de la mujer campesina en la selección de semilla de maíz en seis comunidades de los valles centrales de Oaxaca <i>Jorge Mendoza González, José Alfonso Aguirre Gómez, Irma Manuel Rosas, Mauricio R. Bellon y Melinda Smale</i>	199
La vegetación maya: otra forma de cosmovisión <i>Juan Ramón Bastarrachea Manzano</i>	208
Diversidad y condiciones socioculturales de los solares mayas del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo <i>J.A. Novelo Pech, J.A. Ortiz Rivera, F.J. Reyna Díaz y J.A. Rivera Lorca</i>	216
Asociación de la diversidad genética de los cultivos de la milpa con los sistemas agrícolas y factores socioeconómicos en una comunidad de Yucatán <i>Víctor Manuel Interián Kú y Jorge Duch Gary</i>	223
Mujeres mayas campesinas, conservadoras de la diversidad en la milpa tradicional de Yucatán <i>Diana G. Lope-Alzina y José Luis Chávez-Servia</i>	229
Diversidad, conservación y uso de las plantas cultivadas en huertos caseros de algunas áreas rurales de Cuba <i>L. Castiñeiras, T. Shagardsky, V. Fuentes, V. Moreno, L. Fernández, Z. Fundora-Mayor, R. Cristóbal, A. V. González, P. Sánchez, M. García, F. Hernández, C. Giraudy, O. Barrios, R. Orellana, R. Robaina y A. Valiente</i>	240
La diversidad genética de variedades locales de maíz, frijol, calabaza y chile, y su relación con características culinarias <i>Esmeralda Cázares Sánchez y Jorge Duch Gary</i>	250

## Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), Ottawa, Canadá, y el apoyo del gobierno de Suiza (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, COSUDE).

Por la revisión y comentarios a los textos, se agradece la contribución de los doctores Abel Gil Muñoz, César Azurdia, David E. Williams, Fernando Castillo González, Fidel Márquez Sánchez, Joaquin Ortíz Cereceres, Leonor Castiñeiras, Luis Latournerie Moreno, Luis Manuel Arias Reyes y Porfirio Ramírez Vallejo. De igual manera, se agradecen las correcciones tipográficas y de estilo de Rogelio Dromundo.

A Maria Eugenia Guadarrama por su apoyo para la tipografía de las correcciones a los textos durante las fases de revisión de artículos y Ana Luisa Triana por la diagramación y correcciones finales.

## Prólogo

Las exigencias en materia de conservación de los recursos fitogenéticos requieren de la contribución de un gran número de actores para la formulación de estrategias apropiadas en función de la variabilidad de climas, eco y agrosistemas, heterogeneidad cultural, factores económicos y genéticos intrínsecos en el material a conservar. Las estrategias generales de conservación *in situ* y *ex situ* requieren del desarrollo y mejora de diversas capacidades nacionales y locales que van desde el conocimiento del germoplasma hasta el diseño o mejoramiento de las infraestructuras.

El sureste de México forma parte del centro de diversidad mesoamericano donde tuvieron su origen y diversificación el maíz, frijol, *Cucurbita*, y *Capsicum*, entre otros, cultivos que además de su importancia socioeconómica regional son fuentes de genes a nivel mundial. Las instituciones locales, regionales, nacionales e internacionales y las comunidades campesinas que usan los recursos fitogenéticos en sus diversas formas y modalidades, ya sea como materia de estudio, alimento (directo o procesado) o como elemento de cambio, tienen la responsabilidad de conservar y hacer uso eficiente del germoplasma. Aunado a esta tarea, el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) tiene como mandato fomentar la conservación y el uso de la diversidad genética de los cultivos y sus parientes silvestres, y de manera específica en el proyecto “fortalecimiento de las bases científicas para la conservación *in situ* de la biodiversidad agrícola en fincas”, con un componente en Yucatán, México, busca desarrollar métodos y herramientas que permitan promover la conservación de las especies domesticadas en el ambiente dinámico y evolutivo como son las parcelas de los agricultores (fincas) y determinar los efectos de los factores sociales, económicos, agroecológicos y culturales en la diversidad intra-específica.

Esta publicación, *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*, reúne una serie de artículos que fueron presentados en la reunión, del mismo nombre, realizada del 13 al 16 de febrero de 2002 en Mérida, México cuyo objetivo fue compartir las experiencias y lecciones aprendidas acerca del manejo de la diversidad cultivada en los sistemas tradicionales, las decisiones de los agricultores, la genética de la conservación y el mejoramiento, y los aspectos sociales, económicos y culturales de las comunidades rurales donde se realiza la conservación en finca. El lector obtendrá ejemplos y resultados del estado de la conservación de los recursos fitogenéticos en México y algunas experiencias de Latino América. La contribución de quince instituciones nacionales e internacionales, en temas de conservación, ofrece al lector una oportunidad única de estos textos y a los autores un foro para dar a conocer sus experiencias. Las notas al pie de página, permiten entender el uso de los términos regionales. El IPGRI espera que los artículos sean de utilidad para los lectores y al mismo tiempo, reconocer la apacible y dinámica labor de los agricultores tradicionales en favor del uso sostenible y la conservación de la agrobiodiversidad en América.

**Ramón Lastra**

Director Regional del IPGRI para las Américas

## I. Diversidad en los cultivos y agroecosistemas

### **Conservación de la biodiversidad de tubérculos andinos en chacras de agricultores de Las Huaconas, Chimborazo, Ecuador: resumen de avances**

*César Tapia Bastidas*

*Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF-INIAP). Panamericana Sur Km 13 Quito, Ecuador ([denaref@ecnet.ec](mailto:denaref@ecnet.ec)).*

#### **Summary**

**Conservation of Andean tuber biodiversity in farmers' fields of Las Huaconas, Chimborazo, Ecuador: Advances summary.** Andean tubers (ATs) are an important dietary component of Andean villages. One can observe an important demand for these crops in the different regions of Ecuador, and they make an invaluable nutritional contribution as well. Even though various factors have produced genetic erosion among ATs, there still exists in indigenous Andean communities a very dynamic conservation perspective in terms of the importance that each crop has in their lives, a perspective that does not disassociate conservation of a crop from its use. The decision to conserve a variety depends in great measure on its usefulness.

As such, the principal objective of this study was to conserve and improve the productivity and consumption of ATs, following a criterion of sustainable use and management of natural resources in the Las Huaconas sector, a project which is being developed through the work of the Collaborative Program for the Conservation and Use of Andean Root and Tuber Diversity. The specific objectives focused on the following aspects: (i) Determine microcenters of genetic diversity and identify farmer-conservationists; (ii) Identify communities that cultivate ATs within each identified microcenter and determine genetic variability; (iii) study the function of ATs variability in the communities; (iv) Quantify the level of genetic erosion present in the microwatershed and adjoining sectors in the area of influence of the study; and (v) reintroduce germplasm of ATs and their associated information. A findings summary is presented.

The results of the participatory appraisals identified the Las Huaconas sector as an agroecosystem with potential for the *in situ* conservation of ATs. The communities of this sector fall within the agroecological zone of Colta county, which is 120 km<sup>2</sup> in area. This sector corresponds to a *low montane dry forest life zone*, with elevations between 3,400 and 3,600 m and precipitation amounts averaging 250 to 550 mm annually.

Results from quantifying genetic erosion in Chimborazo province show a worrying loss of variability in ATs (25% to 35%) due to the following reasons: a low market demand for these crops (principally mashua); low profitability (they receive low prices); little availability of cultivable land (minifundio); a preference for cultivating other species; problems both abiotic (frosts, drought) and biotic (pests and diseases) in nature; and little availability of quality seed, among other reasons.

In 1999, for three study communities (Santa Rosa de Culluctus, San Pedro de Rayoloma y Cooperativa Virgen de las Nieves), 40 traditional cultivars of potatoes, melloco (*Ullucus tuberosa*), oca (*Oxalis tuberosa*), and mashua (*Tropaeolum tuberosum*) were identified, with the greatest number of ecotypes (= landraces) present in oca (15) and melloco (13). Evidently, the current variability does not reflect what was encountered 20 years previously, particularly in the case of mashua. In 2001, a considerable increase in variability was observed in the three communities, with increments rising from 25% to 342%. It has been possible to differentiate the ecotypes

(=landraces) present in the three communities on the basis of common names; morphological characterization using descriptors such as form, principal and secondary color, tuber distribution, and pulp color; and molecular characterization (RAPDs).

The dynamic variability of ATs (presence-absence) in the Andean region is distinctive, since it is clear that some ecotypes are very common during agriculture cycles, including planting, harvest, storage, and sale; in contrast, other types are both common and rare, appearing and disappearing in various cycles and at different production stages. In Ecuador, it has been possible to conduct follow-up studies during a three-year period, observing that for the harvest of melloco, there exist two very common ecotypes ('Pink' and 'Caramel'), four to six common ones, and six rare ones. Likewise for oca, there exist two very common ecotypes ('Zapallo' and 'Ronches'), six common ones, and five rare ones, while mashua exhibits one very common ecotype ('Zapallo') and four common ecotypes. Among potatoes there are two very common ecotypes, 'Ayamarco' and 'Chilca', plus ten common ecotypes and two rare ones.

The destination of the primitive cultivars of oca and melloco found in farmers' chacras was analyzed in terms of planting, harvest, classification, storage, home consumption, and sale. During the 2000 agricultural cycle the planting of four types of oca and melloco took place in October; the harvest was accomplished in July, and was destined for direct consumption, sale, and processing. The classification of harvested tubers consisted in separating the healthy and non-healthy tubers (those split and rotten ones); a portion of the healthy tubers was directed for sale at local fairs, and the rest was placed in green silos. For oca, the stored tubers ripened by July to August, while seed stock for sprouting from July to October. In September, the now sweet oca was used for home consumption in soups, fried, and cariucho. The remainder was processed into jams or sweets for sale in neighboring communities and at local fairs. Melloco is eaten in soups, salads, and cariuchos, and the remaining harvest is processed into merengue and jams to be sold at local fairs.

The undertaking of three *Seed Conservation Fairs* is coming together well, since one can observe a more active participation on the part of the communities of Chimborazo, with an equitable gender balance in terms of participation. This demonstrates a common interest, as much on the part of women as men, to participate in the conservation of AT genetic resources. In the fairs it was possible to identify potential farmer-conservationists both within and outside the chosen microcenter.

The rescue and collection of ATs by DENAREF during the 1980s allowed for the reintroduction of germplasm in the study communities, which has increased the diversity of crops in chacras, and in this way contributes towards food security in the Las Huaconas sector, and overall family well-being. Evidently, it cannot be guaranteed that the reintroduced materials will be maintained over time, which is why monitoring is continuing along with the search for alternative uses and new markets that will confer sustainability to the conservation of ATs biodiversity.

**Key words:** Andean tubers, biodiversity, Ecuador landraces, seed fairs.

### **Introducción**

La región interandina ocupa el 24% del territorio ecuatoriano con aproximadamente 67,000 km<sup>2</sup> es una de las zonas más densamente pobladas y empobrecidas del país; aproximadamente el 46% de la población nacional (4.5 millones de habitantes) se encuentran asentados en esta región, área en la cual la desnutrición afecta aproximadamente al 40% de la población.

La biodiversidad de tubérculos andinos (TAs) como papa (*Solanum tuberosum*), melloco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) y mashua (*Tropaeolum tuberosum*), están distribuidas en Ecuador, no sólo en el Callejón Interandino, sino también en las estribaciones de las Cordilleras Oriental y Occidental. En estas áreas existen agricultores con explotaciones agrícolas de sustento

familiar, aunque una buena parte de su producción se destina al mercado local y nacional. Esta variabilidad en muchos casos es amenazada por problemas de erosión genética, falta de apoyo a la investigación y al desarrollo de metodologías para incrementar la demanda o el consumo. Los TAs, son parte importante de la alimentación de los pueblos andinos, observándose una demanda importante de estos cultivos en las diferentes regiones del Ecuador. A pesar de esta demanda actual y potencial, los TAs, con excepción de la papa, se han convertido en cultivos secundarios y cada vez más se observa una disminución del área cultivada; estas son causas adicionales para que las variedades locales o tradicionales estén en proceso de desaparecer, la producción se basa en pocas variedades locales. El presente trabajo tiene por objetivo resumir los resultados principales de un proyecto colaborativo sobre el Uso y Conservación de la Diversidad de Raíces y Tubérculos Andinos.

### **Área de estudio**

El presente estudio se desarrolló en la provincia de Chimborazo, localizada en la parte central del Callejón Interandino. Ocupa una superficie de 6,471 km<sup>2</sup>, con una topografía que va de plana a ondulada y escarpada en algunas áreas. Esta provincia se divide en 10 cantones<sup>1</sup>: Riobamba, Alausí, Colta, Chunchi, Guamote, Chambo, Guano, Pallatanga, Penipe y Cumandá.

Las comunidades de Las Huaconas se encuentran dentro de la zona agroecológica del cantón Colta con una superficie de 120 km<sup>2</sup>. Este sector corresponde a la zona de vida bosque seco montano bajo (bsMB), con altitudes entre 3400 y 3600 msnm y con precipitaciones que van de 250 a 550 mm al año y en activo proceso de erosión hídrica. Existen perspectivas de desarrollo agropecuario en cultivos como cereales, TAs, habas y explotación de ovejas. Posee suelos negros, profundos y limosos con poca lluvia y baja evapotranspiración.

El sector de Las Huaconas tiene una población rural aproximada de 4,121 habitantes; 2,092 hombres y 2,029 mujeres, encontrándose 18 comunidades en el área. Para seleccionar el área geográfica de trabajo, se emplearon los siguientes criterios: (i) importancia de los TAs en los sistemas de producción, (ii) grado de organización de los productores, (iii) potencial de producción del área, (iv) acceso a los mercados, y (v) presencia institucional. Esto se realizó mediante un diagnóstico rural participativo.

Comunidad Santa Rosa de Culluctús. Esta comunidad se encuentra a 40 minutos de la ciudad de Riobamba; cuenta con carretera asfaltada de Riobamba a Cajabamba, y de tierra de Cajabamba a la comunidad. Está conformada por 26 familias indígenas bilingües. Poseen 20 ha. de tierra comunal y el tamaño promedio de las unidades familiares es de 2.81 ha. Disponen de agua entubada, energía eléctrica, escuela unidocente de seis grados, jardín de infantes, casa comunal, canchas deportivas y silos verdeadores<sup>2</sup>. Los principales cultivos son papa, haba (*Vicia faba*), cebada (*Hordeum vulgare*), oca, melloco y quinua (*Chenopodium quinua*).

Comunidad San Pedro de Rayoloma. Está ubicada a 7 km de la parroquia de Sicalpa. A la comunidad se llega por vías de segundo y tercer orden sin asfalto. Está conformada por 29 familias indígenas bilingües que representan una población aproximada de 200 personas. Poseen agua entubada y energía eléctrica en cada casa; no tiene escuela en la comunidad pero acceden a las escuelas de las comunidades vecinas. No disponen de casa de salud y cancha deportiva. Disponen de agua de riego para una superficie de alrededor de 50 ha. Los principales cultivos en orden de importancia son: papa, haba, cebolla colorada (*Allium cepa*), melloco y cebada.

Cooperativa Virgen de las Nieves. Está ubicada a 5 km de Sicalpa. Al igual que la anterior, las vías de llegada son de segundo y tercer orden. Esta cooperativa está conformada por seis comunidades (Asociación Anita, 122 habitantes; Cahuiña, 78; La Vaquería, 243; Liglig, 220;

<sup>1</sup> Cantón, es una delimitación político-geográfica utilizada en Ecuador, inmediatamente debajo de Provincia (=estado o departamento) y equivale a municipio en otros países.

<sup>2</sup> Construcciones de almacén para favorecer la brotación de los tubérculos y como "tratamiento" para el endulzamiento de la oca.

Sicalpito, 452; Virgen de las Nieves, 364) con un total de 680 familias. Disponen de agua entubada, energía eléctrica, escuela unidocente de seis grados, jardín de infantes, casa comunal, canchas deportivas y silos verdeadores. En las comunidades del estudio los principales cultivos son: cebolla colorada, papa, cebada y melloco, encontrándose como cultivos de autosubsistencia a la oca y mashua. Los mayores réditos se logran con la venta de la cebolla y en épocas de buenos precios, con la papa.

### ***Cuantificación de la erosión genética en comunidades de la provincia de Chimborazo: resumen***

El diagnóstico inicial de la erosión genética (encuestas agro-socioeconómicas) y la recolección de muestras de tubérculos para este estudio fueron realizados en comunidades de la provincia de Chimborazo, con la finalidad de identificar el grado de pérdida de variabilidad en el sector de Las Huaconas y su área de influencia. El resultado de este estudio permitió disponer de bases más concretas sobre la necesidad de implementar procesos de conservación *in situ* en dicho sector.

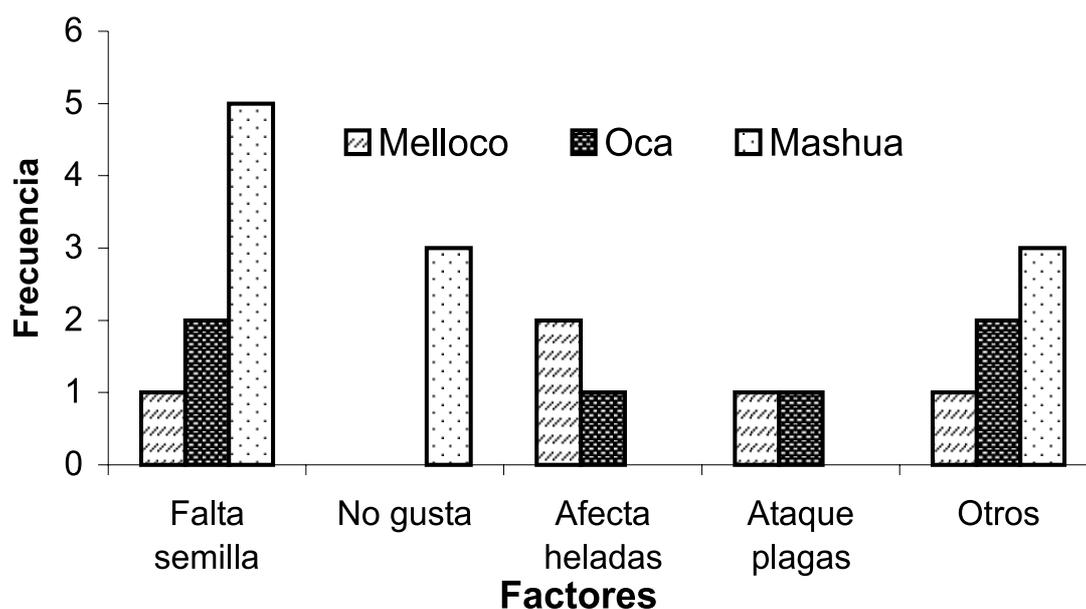
Se efectuaron encuestas en 11 comunidades de Chimborazo incluidas algunas del sector de Las Huaconas. Se colectaron muestras de tubérculos de las chacras<sup>3</sup> de agricultores (entradas conservadas *in situ*), las mismas que fueron comparadas con los tubérculos disponibles en las colecciones *ex situ* mantenidas en el banco de germoplasma del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF) desde hace 20 años aproximadamente. Las herramientas que se utilizaron para esta comparación *in situ* - *ex situ*; es decir, una cuantificación de erosión genética, fueron las encuestas agro-socioeconómicas, caracterización morfológica de tubérculos y caracterización molecular mediante la técnica de RAPDs. Adicionalmente, se realizó una comparación con la información de datos pasaporte (origen geográfico), etnobotánica y variabilidad obtenida en las expediciones de colecta de melloco, oca y mashua realizadas por el DENAREF, información que se encuentra sistematizada en la base de datos *ECUCOL* y publicada en el Catálogo de Recursos Genéticos de Raíces y Tubérculos Andinos (Tapia *et al.*, 1996)

De las encuestas, la caracterización morfológica de tubérculos y del análisis molecular, se desprende que en la provincia de Chimborazo (área de influencia del estudio) existió un 27.5% de erosión genética en melloco, 25.4% en oca y 34% en mashua. Estos valores señalan una alta pérdida de variabilidad que día a día es creciente debido a diversos factores; así por ejemplo, en melloco, las heladas fueron un factor restrictivo como lo señala el 40% de los entrevistados; siguen la falta de semilla y el ataque de plagas. En oca, el 40% se atribuye a la falta de semilla, mientras que en mashua, tanto la falta de palatabilidad como de semilla son las principales causas (Figura 1). Esta erosión ha ocasionado, en las comunidades de estudio, problemas nutricionales en las familias, ya que se consumen alimentos pobres en proteínas, vitaminas, etc., que eran y son suministrados por los TAs.

Adicionalmente, en cuanto al análisis molecular de melloco, oca y mashua, las amplificaciones y detección con la técnica de RAPDs dieron como resultado la generación de un mayor número de fragmentos polimórficos de ADN (ácido desoxirribonucleico) en las muestras conservadas *in situ* (campos de agricultores) en comparación con aquellas conservadas en el banco de germoplasma del DENAREF. Por ello, es posible afirmar que se generaron nuevos alelos RAPD por eventos como sustitución de nucleótidos en el ADN, detecciones, inserciones, inversiones, etc., durante el tiempo transcurrido entre las colectas originales (en 1980) y las realizadas para este estudio (en 1999). Esto confirma las teorías sobre la naturaleza de la conservación *in situ*; es decir permite la continuación de los procesos evolutivos y coevolutivos bajo la acción de la selección natural y antropogénica (el hombre), mecanismos responsables

---

<sup>3</sup> Parcela del agricultor, donde siembra uno o más cultivos.



**Figura 1.** Frecuencia de los factores de erosión genética por los que se ha dejado de cultivar melloco, oca y mashua en la provincia de Chimborazo.

de crear y enriquecer la diversidad genética en los agro-ecosistemas. En contraste, dichos procesos tienden a “detenerse” (congelarse) en la estrategia *ex situ* que manejan los bancos de germoplasma.

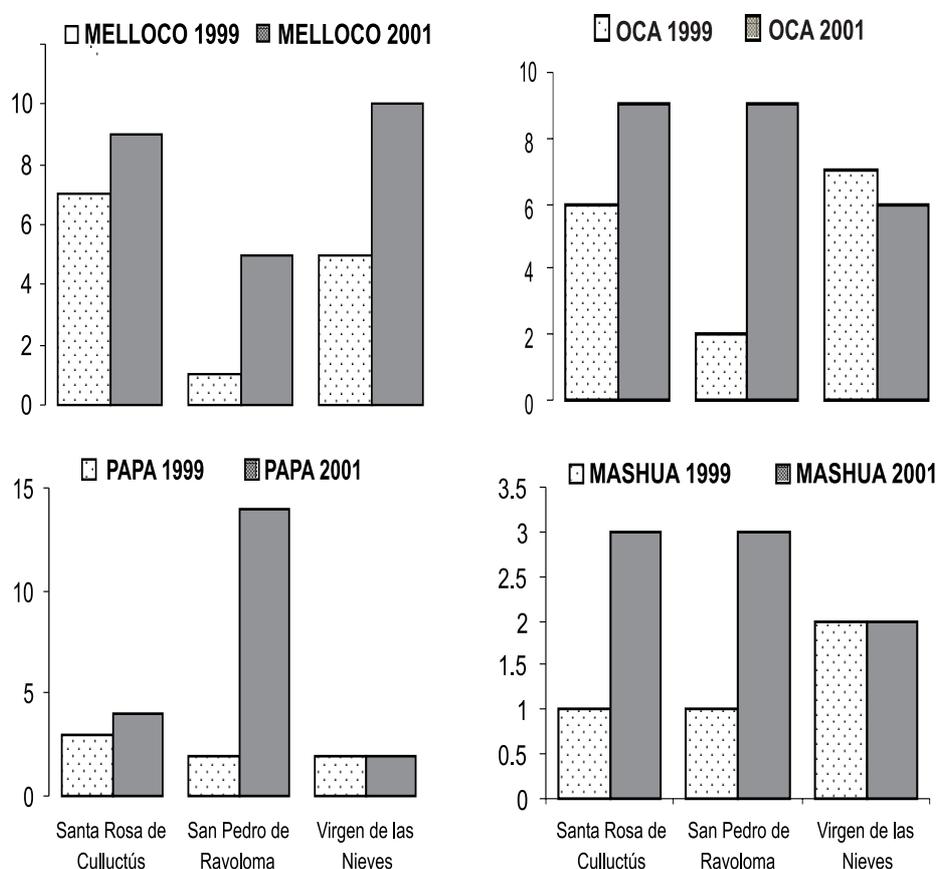
### ***Inventario local***

Actualmente, la conservación a nivel de fincas de agricultores (*in situ*) en Ecuador es ejecutada básicamente por las comunidades indígenas, con esfuerzos reducidos y quizás dispersos por parte de otros actores. Si se refuerza la capacidad de los agricultores y de las organizaciones locales, se incrementaría la conservación de los recursos genéticos en finca, mejorando así los medios de vida de los agricultores y preservando la seguridad alimentaria de las futuras generaciones. Es innegable que la conservación de la agrobiodiversidad debe ejecutarse a través de actividades participativas en la comunidad agrícola, tomando en cuenta los grandes ejes como la rentabilidad económica, la funcionalidad ambiental y la equidad social. En el presente estudio, los inventarios locales, las ferias de conservación, los bancos comunales de semillas y la selección participativa de la agrobiodiversidad de TAs en las las comunidades se consideran experiencias válidas para estimular la conservación y el uso sustentable. Sin embargo, además de estas iniciativas, es evidente que se requiere más colaboración entre el sector formal de las instituciones relacionadas con los recursos genéticos y los sectores informales, incluyendo organizaciones comunales, así como la sociedad ecuatoriana en general.

La conservación basada en la participación activa de la familia del agricultor, que involucra el mantenimiento de variedades tradicionales o formas de cultivo dentro de los sistemas agrícolas tradicionales, requiere de una serie de actividades a realizarse como son: estudio de la biología de poblaciones, estudios socioeconómicos, estudios de mercado y mejoramiento participativo en fincas, entre otras. Como actividades que estimulan la conservación de cultivares tradicionales, se mencionan a los inventarios locales y la determinación de microcentros de diversidad y de los agricultores conservacionistas.

Dado el preocupante porcentaje de erosión genética, se realizó en 1999 el inventario de la variabilidad inmersa en los TAs en el microcentro identificado (sector de Las Huaconas) mediante un diagnóstico participativo, existiendo en las tres comunidades en estudio 40 cultivares tradicionales de papa, melloco, oca y mashua, con mayor número de ecotipos<sup>4</sup> en oca (15) y melloco (13). La variabilidad presente en la actualidad no refleja la encontrada hace 20 años atrás, principalmente en mashua (Figura 2).

En el 2001 se observa un considerable aumento de la variabilidad con incrementos que van de 25 a 342% en las tres comunidades. Esto se debe al intercambio en las *ferias de conservación de semillas* (estrategia de conservación) entre comunidades del sector y de la provincia de Chimborazo, además de la intervención realizada por el banco *ex situ* de TAs (principalmente en Santa Rosa de Culluctús). En el caso de papa nativa, el incremento sustancial en Rayoloma es resultado de la recuperación de los propios agricultores sin intervención del banco de germoplasma (Figura 2).



**Figura 2.** Variedades locales de melloco, papa, oca y mashua presentes en 1999 y 2001 en tres comunidades del sector de Las Huaconas.

### ***Elementos de la agrobiodiversidad***

La agrobiodiversidad de TAs es muy rica y generosa en la región andina, y está íntimamente relacionada con la riqueza cultural y etnobotánica en cada uno de los agroecosistemas. En el sector de Las Huaconas se utilizan varios nombres comunes para identificar a las diferentes variantes agromorfológicas .

<sup>4</sup> Término utilizado por el autor para referirse a las variedades locales y/o variantes morfo-fenotípicas del cultivo.

En las comunidades en estudio, geográficamente cercanas entre sí, se observa la existencia de nombres comunes similares para varios ecotipos (o variedades locales), con una gran influencia del idioma español en su designación de nombres y relacionados con el color del tubérculo, principalmente en melloco, oca y mashua, por lo que existe una combinación de la lengua local quechua y español para nombrar las variedades locales, como en melloco, donde se conocen a 18 morfotipos con nombres en idioma español y apenas siete con nombres quechuas. Esto no se aplica a la papa nativa, donde la mayoría de nombres comunes son quechuas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Nombres comunes utilizados en tres comunidades del sector de Las Huaconas.

<b>Comunidad</b>	<b>Melloco</b>	<b>Oca</b>	<b>Mashua</b>	<b>Papa nativa</b>
Santa Rosa de Culluctús	Rosado	Zapallo	Zapallo	Ayamarco
	Amarillo	Ronches	Putzo	Yema de huevo
	Caramelo	Marica	Amarilla	Cacho
	Gallo	Ambrosía	Marica	Ratona
	Jaspeado alargado	Santa Rosa	Amarilla rayas rojas	Chola
	Blanco	Blanca	Amarilla ojos negros	Pera
	Rojo	Amarilla	Blanca ojos rojos	
	Jaspeado bola	Roja	Chullita	
	Colocon	Blanca jaspes grises	Negra con rojo	
	Soledad	Bernarda		
	Bayo	Negra		
	Clavel			
	Clavel claro			
	San Pedro de Rayoloma	Rosado	Blanca	Amarilla
Quillu		Ronches	Zapallo	Ayamarco
Caramelo		Algodón	Muro ronchis	Cacho
Gallo lulo		Zapallo	Quillu zapallo	Norteña
Puca		Puca		Huagrasinga
Bronce		Ojito rojo		Uvilla
		Quriquina		Huancalá
		Amarilla		Marco
		Pintado roja		Jubaleña
		Amarillo rojo		Tulca
		Andrea		Soltera
		Morada		Puña
		Ambrosía		Rosa María
		Muro		Chola
				Cuchicaca
				Huarmipuña
Virgen de las Nieves	Caramelo rosado	Blanca	Amarilla	Chilca
	Rosado redondo	Ronches	Amarilla zapallo	Santa Rosa
	Colorado rojo	Amarilla		Tunca
	Blanco	Negra		
	Gallo lulo	Amarillo zapallo		
	Chaucha	Blanca jaspeada		
	Jaspeado	Roja		
	Quita	Amarilla pintada		
	Caramelo	Colorada		
	Gallo pintón			
	Gallo malva			
Rojo				



**Cuadro 3.** Presencia (x) o ausencia de ecotipos de TAs en tres años (1999-2001) a la cosecha en la comunidad de Santa Pedro de Rayoloma (R, rara; F, frecuente, y MF, muy frecuente).

Cultivo	Melloco			Oca						Mashua			Papa nativa																																		
	Frec.	MF	F	R	MF	F			R			MF	F	R	F						R																										
Año/ variedad local	Rosado	Quillu	Caramelo	Gallo lulo	Puca	Bronce	Blanca	Ronches	Algodón	Zapallo	Puca	Ojito rojo	Quriquinga	Amarilla	Pintado rojo	Amarillo rojo	Andrea	Morada	Ambrosia	Muro	Amarilla	Zapallo	Muro ronchis	Quillu zapallo	Chilca	Ayamarco	Cacho	Norteñ	Huegrasinga	Uvilla	Huancalá	Marco	Jubaleñ	Tulca	Soltera	Puña	Rosa María	Chola	Cuchicaca	Huermipuña	Pepino	Pulla	Liacta				
1999	X					X	X														X				X																						
2000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2001	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

A pesar de que la Cooperativa Virgen de las Nieves está conformada por un gran número de familias (680), se observó que existe poca variabilidad genotípica principalmente de oca, mashua y papa nativa, debido al uso de nuevas variedades mejoradas de papa, lo cual ha llevado a dejar de sembrar cultivares primitivos de TAs, privilegiando los rendimientos y no la sostenibilidad. En las seis comunidades que conforman dicha Cooperativa existen dos ecotipos muy frecuentes de melloco ('Caramelo Rosado' y 'Rosado Redondo'), cuatro frecuentes y seis raros; en oca tres muy frecuentes ('Ronches', 'Amarilla' y 'Blanca') una frecuente y cinco raras. En mashua existieron dos ecotipos, 'Amarilla' y 'Amarilla Zapallo' como muy frecuente y frecuente, respectivamente; en papa se observaron tres variedades locales, 'Chilca', 'Santa Rosa' y 'Tunca' con las tres categorías, respectivamente (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Presencia (x) o ausencia de ecotipos de TAs en tres años (1999-2001) a la cosecha en la Cooperativa Virgen de las Nieves (R, rara; F, frecuente y MF, muy frecuente).

AÑO	MELLOCO										OCA						MASHUA		PAPA NATIVA								
	MF	F			R				MF	F	R			MF	F	MF	F	R									
	Caramelo rosado	Rosado redondo	Colorado rojo	Bianco	Gallo lulo	Chaucha	Jaspeado	Quita	Caramelo	Gallo pintón	Gallo malva	Rojo	Bianca	Ronches	Amarilla	Negra	Amarillo zapallo	Bianca jaspeada	Roja	Amarilla pintada	Colorada	Amarilla	Amarilla zapallo	Chilca	Santa Rosa	Tunca	
1999	X	X	X	X			X						X	X	X	X	X	X	X				X	X	X		X
2000	X	X			X	X	X						X	X	X								X		X	X	
2001	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X				X	X		X	X	X	X	

Esta información sobre la presencia y ausencia, en el tiempo, de la variabilidad de TAs permite continuar el proceso de cuantificación de la erosión genética, así como formular estrategias de conservación intervención, mediante ferias de conservación de semillas (intercambio y recuperación de variabilidad), reintroducción de cultivares del banco *ex situ* al sector, bancos comunales, etcétera.

**Usos y destinos de la producción**

Durante varios años de fomentar la conservación de TAs en las comunidades indígenas de la región andina, se ha tratado de probar la hipótesis "a más uso, más conservación". Se observó que en las comunidades solamente conservan de forma sostenible los materiales locales que verdaderamente usan para medicamento, alimento, condimento, etc. Para probar la hipótesis se comenzó a realizar un seguimiento de la variabilidad de los diferentes tubérculos andinos

desde la siembra, cosecha, almacenamiento, procesamiento, venta y las ferias locales. Esta información permitirá después de varios años, probar o corroborar que solamente el uso que se haga de los materiales podrá dar la sostenibilidad necesaria para la conservación *in situ* de TAs.

En Las Huaconas, el destino de la producción de melloco en las comunidades en estudio, fue de 20% para el consumo familiar, 10% se usa como semilla sin seleccionar, 60% se destina para la venta el día domingo en la feria local de Cajabamba; allí la producción tuvo dos vías: la primera es la compra de los consumidores finales y la segunda, la compra por parte de un intermediario que vende en los mercados urbanos (San Alfonso y La Condamine) de la ciudad de Riobamba. El restante 10% se utilizó para la transformación en mermeladas (procesamiento) que se venden en las ferias locales. Existen varias variedades locales que se utilizan para el autoconsumo como el 'Rojo', 'Colorado', 'Quita' y otros para la venta y para el procesamiento el 'Rosado', el 'Caramelo', los 'Gallos' y el 'Quillu'. La expectativa para el futuro es capacitar a las comunidades para que utilicen semilla de calidad, lo cual implica una mayor producción; seguir fomentando el consumo y darle mayor valor agregado a este tubérculo por medios artesanales como las mermeladas (Figura 3).

En oca, el destino de la producción fue similar que en melloco, con la diferencia que se utilizó más para autoconsumo y en procesados, y en menor grado en fresco para el mercado, debido a que este tubérculo necesita de un previo "endulzamiento", lo cual es un inconveniente para el consumidor que quiere productos fáciles de cocer y de uso inmediato. Las variantes locales que se autoconsumen son las ocas "Blancas" y "Pucas", y las que se comercializan son "Zapallo" y "Ronches" (Figura 3). La expectativa es similar al melloco con el fin de conservar la variabilidad de estos tubérculos mediante los diferentes usos.

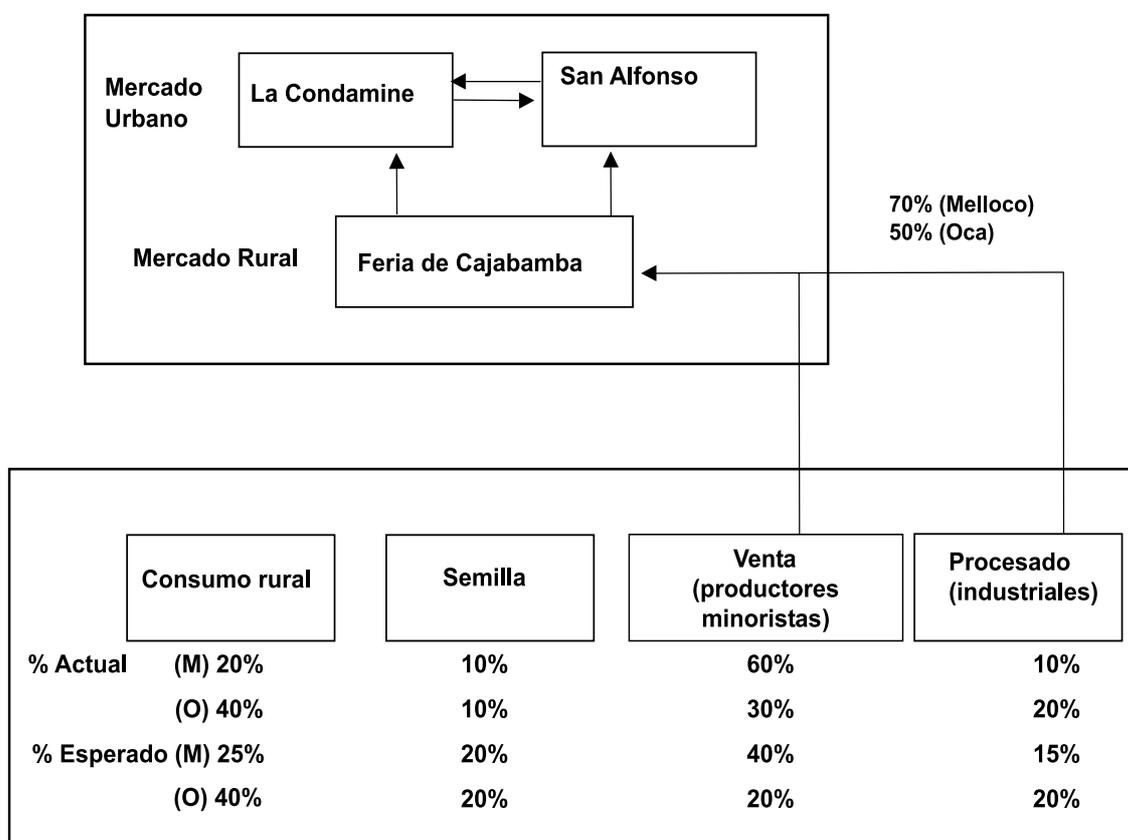
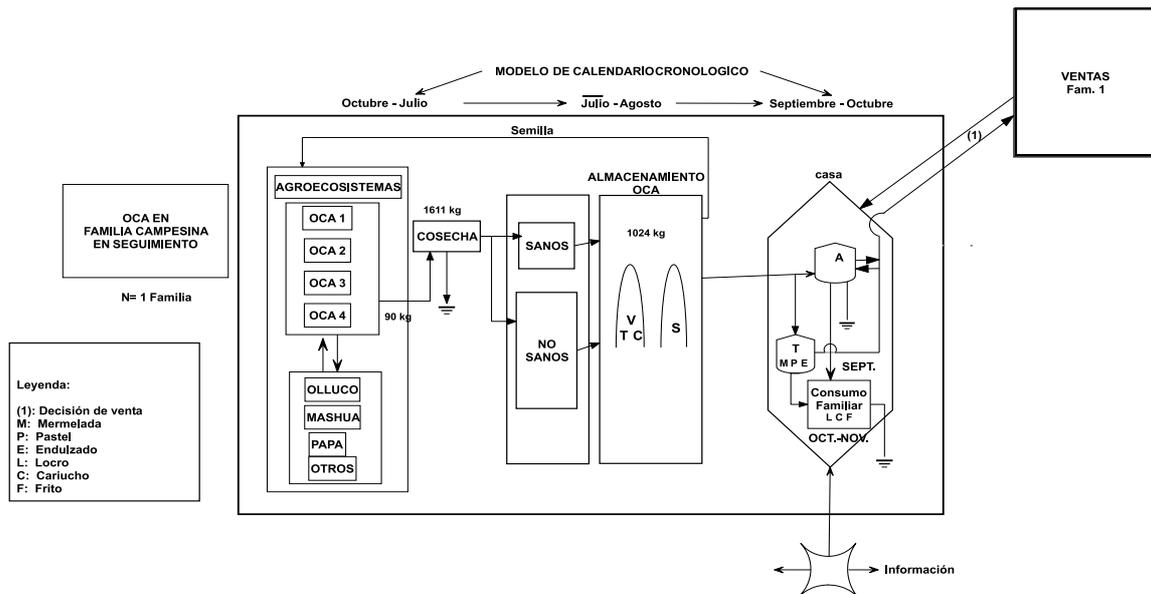


Figura 3. Destino de la producción de melloco y oca de tres comunidades del sector de Las Huaconas.

**Uso por destino**

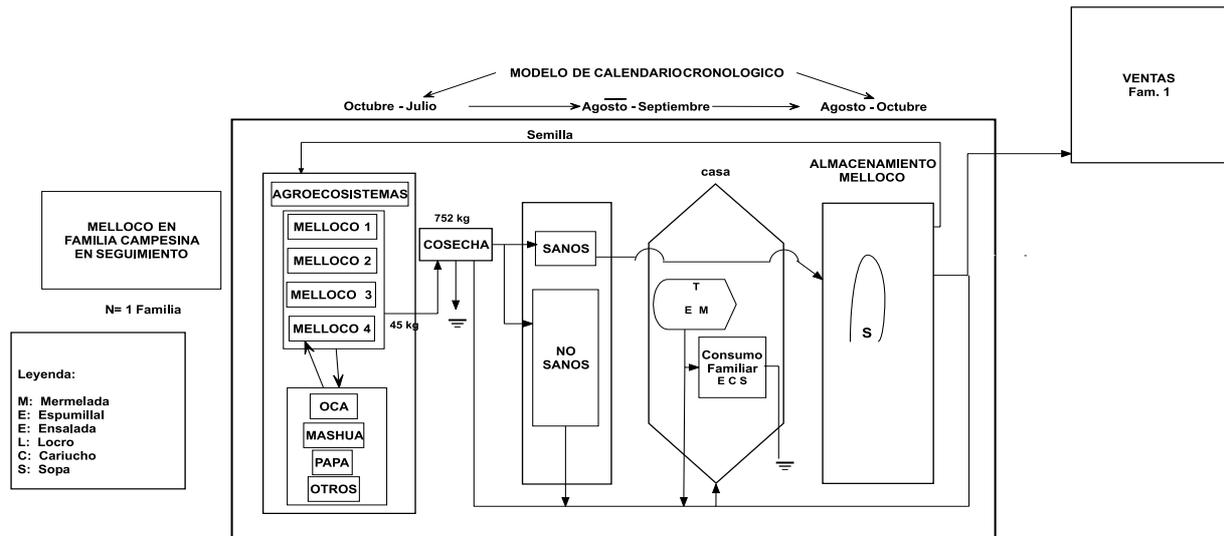
Para entender el destino de los cultivares primitivos de TAs en el agroecosistema "chacra (= parcela) del agricultor", se realizó un seguimiento de la variabilidad que conserva una familia campesina y para ello se realizaron encuestas en las diferentes épocas de movimiento de semilla como son la siembra, cosecha, clasificación, almacenamiento, procesamiento, consumo y venta. El seguimiento de las variedades locales en estas fases permitió visualizar el uso que tienen en la chacra del agricultor.

Para oca se observó, durante el ciclo agrícola 2000, que la familia objetivo sembró en octubre 90 kg de cuatro variantes ('Zapallo', 'Amarilla', 'Blanca' y 'Colorada'), además de otros cultivos como melloco, papa, cebada y cebolla colorada. La cosecha se realiza en julio con rendimientos promedios de 1,600 kg, los cuales se destinan al consumo directo, venta y procesamiento. La clasificación de los tubérculos cosechados consiste en separar los sanos y los no sanos (partidos y podridos); el 30% de sanos va directamente a la venta en las ferias locales; los no sanos se utilizan para alimentar los animales menores de la casa y los sanos ingresan a los silos verdeadores; el 60% ('Amarilla', 'Blanca' y 'Colorada') del tubérculo almacenado permaneció endulzándose desde julio hasta agosto y el 10% ("Zapallo") se utilizó para semilla de julio a octubre. En el mes de septiembre, una vez endulzado, se utiliza el 40% para el consumo en forma de sopas, frito y "cariucho" (oca cocinada y estofada) y el 20% se procesa como mermeladas o pasteles para la venta en las comunidades vecinas, dentro de la localidad y en las ferias locales (Figura 4).



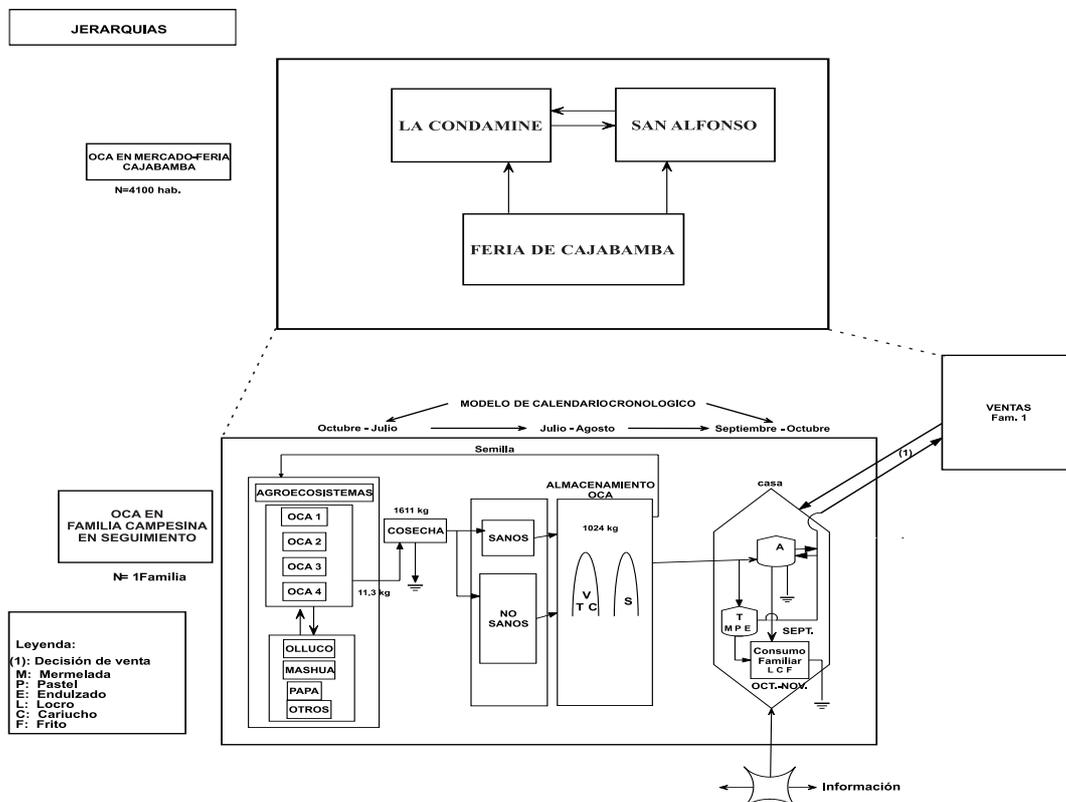
**Figura 4.** Destino de la variabilidad genética de oca en la chacra de agricultor en la cooperativa Virgen de las Nieves durante el ciclo agrícola 2000.

El seguimiento de los cultivares de melloco, en la misma chacra, es muy similar a oca con las diferencias que se siembran 45 kg de cuatro variantes locales ('Amarillo', 'Caramelo', 'Gallo Lulu' y 'Rosado'), cosechando un promedio de 750 kg, de los cuales el 10% se utiliza para semilla y se almacena en silos verdeadores; el 60% ('Caramelo', 'Rosado' y 'Gallo Lulu') se vendió directamente entre julio y agosto en la ferias locales, 20% ('Amarillo') se consume en sopas, ensaladas y cariucho; y el 10% se procesa como espumilla (dulce) y mermelada que igualmente se vende entre los miembros de la comunidad, localidades vecinas y ferias regionales (Figura 5).



**Figura 5.** Destino de la variabilidad genética de melloco en la chacra de agricultor en la cooperativa Virgen de las Nieves durante el ciclo agrícola 2000.

En la Figura 6 se observan los niveles de seguimiento en oca desde el agroecosistema hasta el mercado. Esta metodología permite la sostenibilidad mediante el uso de los materiales locales conservados en las chacras de los campesinos, lo cual sería un importante paso hacia la preservación continua de los recursos fitogenéticos a nivel de comunidad, cantón y sociedad en general, lo que conlleva la recuperación de hábitos alimenticios que permitirán mejorar la calidad de vida del campesino con una adecuada dieta nutricional.



**Figura 6.** Jerarquía del destino de los cultivares tradicionales de oca desde la chacra de agricultor hacia el mercado.

## **Intervenciones**

### **Feria de conservación de semillas**

Las ferias de conservación de semillas que se realizaron consecutivamente en el cantón Colta (Cajabamba) en una alianza estratégica entre Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Municipio de Colta, y contribuyeron a identificar las especies y variedades cultivadas por los campesinos participantes, a fin de promover el intercambio de germoplasma, caracterizar cualitativa y cuantitativamente la diversidad agrícola de un año específico, para luego comparar los resultados de feria a feria. Las ferias constituyen un evento de convocatoria cuyos resultados son el "termómetro" de la variabilidad genética para el microcentro especificado. Para la cuantificación y sistematización de la información se utilizaron formatos, mientras que para la evaluación de "conservadores" se nominaron jueces encargados del análisis de la información y la respectiva premiación (premio simbólico) de los participantes que presentaron mayor variabilidad, como un incentivo al esfuerzo de la conservación realizada durante décadas. Se realizaron tres ferias de conservación de semillas en 1999, 2000 y 2001. En estos eventos se evaluó la diversidad agrícola de TAs a nivel comunal, invitando a participar a comunidades y otros actores del sector agroproductivo de Chimborazo.

La primera feria de conservación de semillas se realizó el 29 de julio de 1999 en Cajabamba. Participaron 23 comunidades distribuidas de la siguiente forma: 19 de la provincia de Chimborazo (siete del sector de Las Huaconas); tres de la provincia de Cañar y una de la provincia de Bolívar. Un total de 115 indígenas agricultores expusieron su variabilidad, observándose una participación por género de 54% hombres y 46% mujeres. En la segunda feria de conservación realizada el 23 de abril de 2000, la participación de 281 campesinos de 44 comunidades (ocho del sector de Las Huaconas) fue más entusiasta y activa. En la tercera feria de conservación de semillas (19 de julio de 2001) participaron 307 agricultores de 38 comunidades de la provincia (nueve del sector de Las Huaconas), notándose un incremento de los participantes.

En las tres ferias la asistencia de mujeres y de hombres fue similar, notándose el importante papel de las mujeres en la conservación y manejo de los TAs. Así por ejemplo, la selección de semillas realizada por las mujeres es una actividad continua y comienza en el momento en que el cultivo florece; trabajan en los campos, observan las plantas y deciden qué semillas seleccionar. Ellas identifican las plantas de buena calidad basándose en su tamaño, formación de tubérculo y en su resistencia a plagas y enfermedades. Para cubrir el riesgo de heladas, las mujeres seleccionan suficiente semilla y realizan la siembra en diferentes épocas agrícolas. También deciden qué método de conservación debe emplearse.

Por otro lado, se observó que en las tres ferias, participó un grupo común de agricultores, exhibiéndose mayor variabilidad en el tercer evento. En el tercer evento también se observó la presencia de los agricultores de mayor experiencia y con confianza para exponer la agrobiodiversidad que tenían en sus chacras, y además voluntad para intercambiar semillas con otros campesinos, lo cual generó nuevos flujos de semillas hacia otras áreas agroecológicas.

A partir de las ferias se logró identificar un grupo de agricultores con mayor aptitud para mantener la variabilidad nativa. A estos campesinos se los denominó "agricultores conservacionistas", cuyas características y perfiles: tradición (herencia de los padres o abuelos); interés marcado por mantener la diversidad mediante el intercambio o la búsqueda de las variedades locales perdidas; dominio de ciertas estrategias de conservación, como la siembra en varios pisos altitudinales o el uso de mezclas de semillas; y generosidad, talento y liderazgo.

En el primer evento, la mayor variabilidad de morfotipos la presentó un agricultor de la comunidad de Aguspamba con 17 variedades locales (nueve de papa nativa y ocho de melloco) y le siguió otro agricultor de la comunidad de Huacona San Isidro con 16. En general, se presentaron niveles máximos de nueve morfotipos de papa nativa, ocho de melloco, seis de oca y dos de mashua. En la segunda feria, la variabilidad en los cuatro tubérculos fue mucho

mayor, exponiéndose 13 tipos de papa nativa, siete de melloco, nueve de oca y cinco tipos de mashuas. Los potenciales agricultores "conservacionistas" pertenecen en un 50% al sector de Las Huaconas y el restante a varias comunidades de la provincia de Chimborazo.

En la tercera feria se observó que la influencia del proyecto en las comunidades del sector de Las Huaconas ha sido positiva, ya que hubo más variabilidad de los cuatro tubérculos; además, los agricultores "conservacionistas" identificados son todos del sector. También se detectó que, en comparación con la segunda, se duplicaron las variedades locales exhibidas; es así que un campesino de la comunidad de San Pedro de Rayoloma presentó 53 variantes locales.

Sobre la base de datos obtenidos mediante la cuantificación de la erosión genética de TAs y de las ferias de semillas, se corroboró al sector de Las Huaconas como el microcentro potencial para los trabajos de conservación *in situ* por la interesante diversidad y variabilidad allí presente. Sin embargo, esta riqueza sufre una acelerada erosión que tiene que ser controlada mediante el intercambio de semillas en la región, así como a través de la reintroducción de variabilidad desde los bancos *ex situ*.

En la tercera feria se ratificó que los campesinos manejan una considerable diversidad de los cuatro tubérculos, donde el número de participantes por cultivo se duplicó, triplicó y hasta cuadruplicó para los rubros melloco, oca y mashua. Del análisis realizado, en el contexto de este estudio de caso, se observó además, una gran riqueza de diferentes nombres y usos que los agricultores asignan a sus morfotipos, especialmente para los casos de papa nativa y melloco.

Cabe indicar que frente a la riqueza de la agrobiodiversidad en los campos de agricultores se encuentra un elemento socioeconómico: la influencia del mercado, que por su propia naturaleza es selectivo y reductor de diversidad, y que ha evolucionado en la peligrosa dirección de eliminar estos cultivos altoandinos sub-utilizados, pero con enormes potenciales de uso en actividades agroproductivas, de control biológico, y farmacéuticas, entre otros. Así por ejemplo, en el sector de Las Huaconas, la mashua, como se indicó en párrafos previos sobre la cuantificación de erosión genética, está desapareciendo ya que su uso está confinado a pocos campesinos (viejos), para autoconsumo y sin proyecciones económicas actuales en el mercado. De allí se desprende la necesidad de explorar y promocionar usos alternativos para estos cultivos, como en el área medicinal (metabolitos secundarios, aprovechamiento de isotiocianatos, etcétera).

### **Reintroducción de germoplasma, información de TAs e interrelación entre el banco *ex situ* y la conservación en comunidades indígenas**

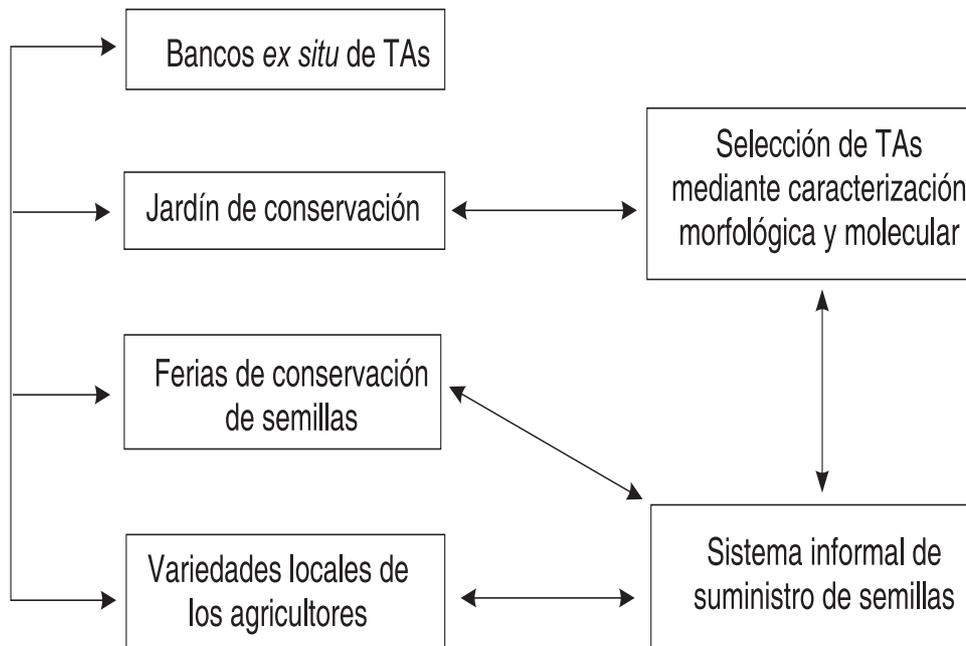
Actualmente, en Ecuador se cuenta con algunos progresos para implementar un programa integral de conservación *in situ*. Sin embargo, el inicio, enfoque y éxito de un programa depende básicamente de dos elementos: debe ser complementario a la estrategia de conservación *ex situ*; y, debe ser políticamente viable; es decir, debe ser compatible con los objetivos del desarrollo sustentable, que en la instancia de los agricultores altoandinos se traduzca en el incremento de los ingresos de la chacra. De igual manera, los ejes filosóficos de rentabilidad económica, funcionalidad ambiental y equidad social son componentes importantes en las acciones de conservación *in situ*.

Para la reintroducción de germoplasma desde el banco *ex situ* ubicado en el INIAP-DENAREF, se identificaron los sitios o comunidades mediante un diagnóstico de la región (recopilación y análisis de diagnósticos anteriores en la zona y levantamiento de información complementaria a través de encuestas y técnicas participativas) y mediante reuniones con los agricultores, además del estudio sobre erosión genética descrito. En atención a los resultados y recomendaciones del diagnóstico, se eligieron las tres comunidades antes mencionadas, para el establecimiento en terrenos comunales de jardines experimentales de introducción y conservación, a fin de ampliar la base genética y orientar la reintroducción de TAs con base en las necesidades e intereses de las comunidades.

Jardines de conservación. El enfoque del fitomejoramiento participativo, usando variedades locales como la fuente de material genético, simboliza un equilibrio entre dos objetivos: el de mantener la diversidad genética *in situ* y el de mejorar la variedad según las necesidades de los agricultores. Por lo general, los fitomejoradores han subestimado, o ignorado, la habilidad de los agricultores y su conocimiento sobre el mejoramiento, al hacer uso de las técnicas e insumos generados por la revolución verde. Sin embargo, los agricultores, al igual que los fitomejoradores, tienen sus propios -y muy válidos- criterios de selección para evaluar nuevos materiales. Precisamente, esta apertura de criterios ofrece la oportunidad de establecer lotes experimentales (jardines) en donde sea prioritario el criterio del agricultor en conjunción con aquel de los investigadores, estableciéndose el vínculo *in situ* - *ex situ* (campos experimentales).

Mediante el consentimiento de los campesinos para la caracterización y evaluación participativa, en Santa Rosa de Culluctús se sembraron 30 morfotipos (muestras con similar morfología) de melloco, 30 de oca y 28 de mashua. En San Pedro de Rayoloma se sembraron 20 morfotipos de mashua; y en Virgen de las Nieves se sembró 20 de oca y 20 de mashua. Cada morfotipo se sembró en un área de 10 m de largo por 1 m de ancho. Se definió una lista mínima de descriptores (variables a registrar) para la caracterización y evaluación participativa con agricultores.

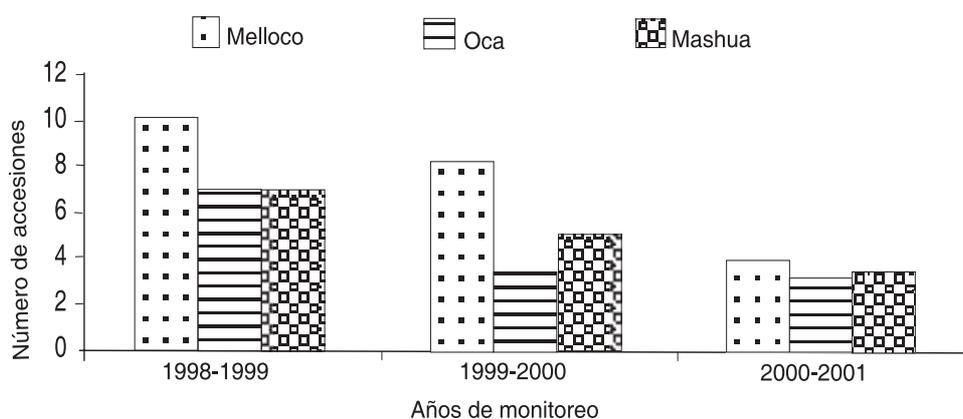
En la Figura 7 se ilustran los pasos fundamentales y los roles de los agricultores y fitomejoradores en el proceso de caracterización y evaluación participativa de morfotipos. Producto de esta relación entre los bancos *ex situ* y los morfotipos propios que conservan los campesinos, se reintrodujeron varios morfotipos de melloco, oca y mashua con 16 agricultores a Santa Rosa de Culluctús; oca y mashua con 15 agricultores de San Pedro de Rayoloma y 20 agricultores de Virgen de las Nieves, de acuerdo con los resultados de la caracterización participativa realizada en los jardines de conservación. Algunos de estos materiales existían previamente en el sector, pero se habían perdido por diversos factores.



**Figura 7.** Selección participativa de la agrobiodiversidad de tubérculos andinos (TAs) y sus vínculos con la conservación *in situ* y *ex situ*.

Monitoreo de los morfotipos reintroducidos desde el banco *ex situ* a las comunidades. El monitoreo de la variabilidad de TAs fue importante para darle seguimiento a la conservación de agrobiodiversidad. Esta operación se realizó un año después de haberse entregado los diferentes morfotipos, y se registró a través del conteo y observación en la chacra de los morfotipos existentes (propios y reintroducidos), así como también de aquellas que van apareciendo y desapareciendo (producto de flujos de semillas).

Como resultado de esta actividad se obtuvo que, de un promedio de 24 morfotipos reintroducidos en Santa Rosa de Culluctús en el ciclo agrícola 1998-1999, Sólo 10 morfotipos fueron observados nuevamente durante el ciclo agrícola 2000-2001. Obviamente, será necesario continuar el monitoreo durante los siguientes años, a fin de analizar las tendencias conservacionistas y su impacto con la presencia y posterior ausencia de esta iniciativa (Figura 8).



**Figura 8.** Monitoreo de morfotipos reintroducidos desde el banco *ex situ* a la comunidad de Santa Rosa de Culluctús.

Por otro lado, estas cifras permiten identificar algunos campesinos "conservacionistas" en Santa Rosa de Culluctús, con los cuales se podría, en un futuro, realizar la conformación de una "Asociación de Campesinos Conservacionistas", como una instancia de reconocimiento a su aptitud de conservación. Ésta y otras acciones, como las descritas en páginas anteriores (ferias, jardines, selección participativa, bancos de germoplasma, agricultores conservacionistas, etc.), pueden constituir, en el futuro, algunos de los pilares de acción para una eficiente conservación *in situ*.

### **Lecciones aprendidas**

Los sistemas agrícolas tradicionales, donde están inmersos los TAs se caracterizan por la diversidad de plantas, generalmente, en forma de policultivos y patrones agroforestales. Cuando se siembran varias especies y variedades de cultivos como estrategia para minimizar el riesgo, los rendimientos se estabilizan con el tiempo, se asegura una variabilidad en la dieta y se maximizan los réditos, resultados preliminares en este trabajo. Las comunidades en estudio son un interesante reflejo de las estrategias de sistemas múltiples, pues se observa aún la tendencia hacia el policultivo, la costumbre de sembrar una mezcla de tubérculos que permite cumplir con el concepto de seguridad alimentaria, y el manejo de plagas y enfermedades, entre otros.

Ahora, el reto es moverse hacia la sostenibilidad de la conservación *in situ* en las chacras de los campesinos, mediante la búsqueda del aprovechamiento de la variabilidad presente en las comunidades, La tesis del autor es "*a más uso, más conservación*". Esto indica un reto no fácil de cumplir y requiere la flexibilidad y la voluntad de los profesionales de las organizaciones

gubernamentales, no gubernamentales y municipios del sector para cooperar con los agricultores y otros actores institucionales. La conservación *in situ*, tampoco debe desligarse de consideraciones externas, tales como las economías de mercado y la globalización, por lo que los aspectos de revalorización, competitividad y exportación deben también considerarse permanentemente.

Por otro lado, se reconoce la conservación *in situ* como esencial y la conservación *ex situ* (bancos de germoplasma) como un complemento. Pero, ¿quiénes conservan la agrobiodiversidad *in situ*?; en general, lo hacen los pequeños agricultores, más bien marginales y con escasos recursos económicos, suelo y agua. A través de ciertas formas de cultivo, muchas de ellas tradicionales, heredadas o rescatadas de sus antecesores, mantienen viva y en coevolución permanente a la diversidad, en sus cultivos. La cultura de la biodiversidad (un componente intangible) es también esencial para preservar la diversidad agrícola.

### **Referencias**

Tapia, B.C., T. Castillo y N. Mazon. 1996. Catálogo de recursos genéticos y tubérculos andinos en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias y Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología. Quito, Ecuador.

## **Variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) en el estado de Puebla, México: diversidad y utilización**

*Abel Gil-Muñoz<sup>1</sup>, Pedro Antonio López<sup>1</sup>, Abel Muñoz Orozco<sup>2</sup> y Higinio López-Sánchez<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Plan Puebla, Campus Puebla, Colegio de Postgraduados. Central de Maquinaria No. 1 Col. El Carmen, C. P. 74160, Huejotzingo, Puebla, México. Tel. (222)2-85-00-13 ([gila@colpos.colpos.mx](mailto:gila@colpos.colpos.mx)).

<sup>2</sup>Especialidad de Genética, IREGEP, Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carr. México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, México. Tel. (595)95-2-02-00.

### **Summary**

**Maize (*Zea mays* L.) landraces in the state of Puebla, Mexico: Diversity and use.** A collection study was conducted in the State of Puebla, Mexico between 1996 and 1997 to assess the variability present in maize and to use it in a plant breeding program. The study revealed that in each ecological niche or microregion there is a group of varieties (varietal pattern) that literally has been created and designed by the farmers to confront the diverse environmental conditions under which they farm, and, to a lesser extent, to satisfy traditional uses of the crop. Each varietal pattern is composed of materials with different grain colors (white, yellow, blue, red, purple or mixed, among the most important) and with one or more levels of precocity in maturation, ranging between very early (60 to 81 days to silking -dts-) and very late (>147 dts) sub-groups. The varietal patterns showed a high degree of adaptation to the natural environment, resulting in grain yields that can be equal to or higher than those achieved with improved varieties. Interviews conducted during the year 2000 in the highlands of the Puebla Valley (above 2,400 m. elevation) indicated that farmers own an average of two varieties each, with one being the minimum and seven the maximum. There is a marked predominance of white- and blue-grained varieties. It is concluded that there is still a large diversity of native landraces and this diversity is useful for plant breeding purposes.

**Keywords:** diversity, landraces, maize, Puebla, varietal pattern.

### **Introducción**

Según diversas evidencias arqueológicas, el hombre llegó al continente americano pasando por el estrecho de Bering hacia Alaska, en una migración que ocurrió hace 15 a 30 mil años. Los restos óseos localizados hasta la fecha indican que, en el caso particular de México, el hombre ha estado presente cuando menos desde hace 10,000 años (Pompa y Serrano, 2001).

Una vez que el hombre llegó a América, tuvo necesidad de buscar alimentos para su subsistencia. Se ha inferido que algunas de las actividades que practicó fueron la caza, la pesca, el marisqueo, la recolección de larvas e insectos, frutos, flores, hojas, brotes tiernos, raíces y tubérculos de diferentes especies vegetales (Mirambell, 2001). Una de las plantas que quedó incluida en dicho proceso fue el teocintle (*Zea mexicana*), especie que a través de un proceso de domesticación y mejoramiento que se remonta al menos a 8,050 años A. C. (Miranda, 1998), y en el cual han estado involucrados desde los primeros pobladores de Mesoamérica, los diferentes grupos indígenas, hasta los agricultores de hoy en día (fundamentalmente aquellos de las zonas agrícolas temporaleras de lluvia y de minifundio), se dio origen al maíz.

A lo largo de todo ese tiempo, el hombre fue moldeando la especie a sus necesidades tanto alimenticias como de cultivo, dando como resultado una de las mayores diversidades genéticas de las que se tenga noticia. En el caso particular de México, tal diversidad queda representada por las 50 razas de maíz catalogadas, las cuales representan aproximadamente el 23% de la diversidad genética presente en el continente americano (Goodman y Brown, 1988).

El grado de variabilidad alcanzado en el maíz es tal, que en cada nicho ecológico, pequeño valle o micro-región donde se cultiva, es posible definir un patrón varietal específico (Muñoz, 1991), el cual se conceptúa como un conjunto de variedades desarrolladas por los productores para enfrentar los diferentes regímenes higrótérmicos y condiciones ambientales en los que se desenvuelve su actividad productiva y, en menor medida, para responder a los usos tradicionales del cultivo. Los elementos principales para definir un patrón varietal de maíz son: la coloración del grano, los niveles de precocidad y las características agronómicas.

La existencia de patrones varietales locales es particularmente evidente en las zonas con un marcado predominio de la agricultura tradicional, en las que un elemento característico lo constituye la utilización de variedades criollas o nativas<sup>1</sup> (producidas en condiciones de temporal y de minifundio) y en donde el maíz desempeña un papel central, ya que en torno a él giran la mayor parte de las actividades de la unidad de producción familiar.

Complementando lo anterior, Castillo *et al.* (1999) apuntan que la mayor parte de la diversidad para maíz aún está en los campos de los agricultores debido a que, en México, las semillas mejoradas se siembran sólo en aproximadamente el 15% del área cultivada con maíz; estos autores agregan que en las partes altas del país y en los Estados del sur se cultivan principalmente materiales nativos. Lo expuesto es válido para el estado de Puebla, México, donde anualmente se siembran 627,802 ha con maíz (que representan el 65% de la superficie cultivada) las cuales, en su mayoría (92%), se desarrollan en condiciones de temporal (INEGI, 1997). Los datos disponibles indican que se utilizan variedades criollas en más de un 90% de la superficie (INEGI, 1997). Con estos antecedentes, entre 1996 y 1997 se efectuó un trabajo tendiente a cuantificar la variabilidad genética existente para la especie en el estado de Puebla, con el fin de capitalizarla con la formación de variedades mejoradas (López *et al.*, 1998). En el año 2000 se inició un proyecto en dos micro-regiones para dar seguimiento a una propuesta metodológica tendiente a analizar los usos tradicionales del cultivo (Gil *et al.*, 1999). En este documento se presentan algunos de los resultados más relevantes obtenidos en ambos proyectos de investigación.

### **Materiales y métodos**

La metodología utilizada en el proyecto desarrollado en el estado de Puebla entre 1996 y 1997 constó de los siguientes pasos: *a)* definición de 15 nichos de trabajo con base en mapas topográficos y recorridos de campo; *b)* colección del mayor número posible de variedades criollas de maíz dentro de cada nicho; *c)* evaluación y caracterización en campo de los materiales colectados, incluyendo como testigos a variedades mejoradas recomendadas para cada región; estos testigos fueron de grano blanco, por lo general, de ciclo precoz a intermedio, generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) o el Colegio de Postgraduados; *d)* análisis estadístico de la información (López *et al.*, 1998).

El proyecto conducido durante el año 2000 en las micro-regiones definidas como Tlahuapan-Chiutzingo (M14) y La Malinche (M15), en el estado de Puebla constó de dos etapas: *a)* la evaluación agronómica de los materiales colectados dentro de cada micro-región, y *b)* la medición en tales materiales de diversas variables asociadas con los procesos tradicionales de nixtamalización y elaboración de harinas de maíz. Como parte de la primera etapa, en las dos micro-regiones se aplicaron entrevistas tendientes a conocer, entre otros aspectos, el número y tipo de variedades que emplean los agricultores. En M14 se aplicaron 62 encuestas al azar, y en M15, 93. La información obtenida se analizó aplicando técnicas de estadística descriptiva (frecuencias, medidas de tendencia central y de dispersión).

---

<sup>1</sup> El autor utiliza el término variedades criollas o nativas como sinónimo de variedades locales

## Resultados y discusión

### Micro-regiones estudiadas

Las micro-regiones exploradas durante 1997 se presentan en el Cuadro 1; se observa que existió una diferencia altitudinal de 2,620 m entre la micro-región más baja y la más alta. Según datos de la Secretaría de Gobernación *et al.* (1988), las condiciones ambientales varían desde los suelos regosoles, feozem y fluvisoles del clima cálido-húmedo de Ayotoxco hasta los suelos luvisoles y litosoles del clima templado subhúmedo de La Malinche, pasando por los suelos arenosos y los climas templados, secos o semisecos, con alta incidencia de sequías y heladas en las localidades de Libres, Esperanza y Guadalupe Victoria, los suelos de pendiente variable y climas templados de Zaragoza, Tetela y Zacatlán (ubicados en la Sierra Norte de Puebla) hasta llegar a los suelos andosoles y climas templados del valle de Puebla, Mazapiltepec, Serdán, Tlachichuca y Tlahuapan. Estas características proveen una idea preliminar de la amplia gama de condiciones ambientales en las cuales se cultiva el maíz en el Estado de Puebla.

**Cuadro 1.** Ordenamiento altitudinal de las micro-regiones del estado de Puebla exploradas en 1997.

Núm.	Micro-región	Localidad representativa	Altitud (m)
1	Ayotoxco-Tenampulco-Acateno	San José Acateno	140
2	Izúcar-Ahuatlán	Izúcar de Matamoros	1300
3	Tetela	Tetela de Ocampo	1700
4	Quecholac-Acatzingo	Quecholac	2180
5	Valle de Puebla	Huejotzingo	2280
6	Zaragoza	Zaragoza	2300
7	Zacatlán-Chignahuapan	Chignahuapan	2320
8	Mazapiltepec-Nopalucan-S.J. Chiapa	Nopalucan	2400
9	Libres-Tepeyahualco-Cuyoaco	Libres	2400
10	Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	2440
11	Esperanza	Esperanza	2440
12	Serdán	Ciudad Serdán	2600
13	Tlachichuca	Tlachichuca	2600
14	Tlahuapan-Chiautzingo	Santa Rita Tlahuapan	2600
15	La Malinche	San Bartolo	2760

### Patrones varietales encontrados

Los patrones varietales se describen considerando tres características básicas: coloración del grano, nivel de precocidad y características agronómicas (en particular el rendimiento de grano).

*Coloración de grano.* Producto de la colecta en todas las micro-regiones se reunieron 2,514 muestras de variedades criollas, 94.9% de las cuales (2,387) fueron evaluadas en campo (Cuadro 2). El número de muestras reunidas por micro-región varió desde 80 hasta 315. Se puede destacar que, en promedio, el 80% de las muestras colectadas correspondió a materiales de grano blanco. El segundo grupo de coloración, en importancia, varió según la micro-región: en algunos casos correspondió al azul y en otros al amarillo. Las variedades criollas con color de grano diferente a los mencionados tuvieron frecuencias absolutas bajas. Se puede afirmar que en el estado de Puebla y al interior de cada micro-región estudiada, aún existe una amplia diversidad para el cultivo del maíz, la cual se refleja tanto en el número de variedades como en la variabilidad de coloración del grano (Figura 1).

**Cuadro 2.** Número de muestras colectadas y evaluadas de las variedades criollas en las micro-regiones del estado de Puebla, 1997.

Micro-región	Colectadas	Muestras evaluadas en campo					Otros Colores
		Total	Color Blanco	Color Azul	Color Amarillo	Color Pinto <sup>a</sup>	
Ayotoxco	227	198	166	4	20	8	-
Izúcar	100	61	51	5	-	3	2
Tetela	100	96	73	6	17	-	-
Quecholac	315	315	288	7	9	9	2
Valle de Puebla	136	136	96	16	2	17	5
Zaragoza	200	194	161	6	26	-	1
Zacatlán	136	127	80	24	20	3	-
Mazapiltepec	136	136	96	16	2	17	5
Libres	200	183	144	9	20	1	9
G. Victoria	80	77	71	3	2	1	-
Esperanza	100	94	88	3	2	1	-
Serdán	294	294	280	8	6	-	-
Tlachichuca	200	200	200	-	-	-	-
Tlahuapan	200	191	135	35	6	5	10
La Malinche	90	85	72	8	4	-	1
<b>Totales</b>	<b>2514</b>	<b>2387</b>	<b>2001</b>	<b>150</b>	<b>136</b>	<b>65</b>	<b>35</b>

<sup>a</sup>Combinación de dos o más colores de granos



**Figura 1.** Muestra de la variabilidad encontrada en coloración de grano en las micro-regiones del estado de Puebla exploradas en 1997.

*Niveles de precocidad.* La precocidad de cada una de las variedades se estableció con base en los días transcurridos desde la siembra hasta la aparición de los estigmas en el 50% (DAFF) de las plantas de una parcela. En el Cuadro 3 se muestra que hubo una diferencia de 105 días entre la variedad criolla más precoz (correspondiente a la micro-región de Ayotoxco) y la más tardía (procedente de La Malinche). No se presenta información de Izúcar y Quecholac debido a que se perdieron los experimentos respectivos por factores ambientales adversos.

Al agrupar las variedades criollas estudiadas por niveles de precocidad (obtenidos al fraccionar en intervalos de igual amplitud toda la variabilidad observada para DAFF), se observó que en siete de las micro-regiones el patrón varietal se integró por dos niveles: precoz e intermedio o intermedio y tardío. En las micro-regiones de Ayotoxco, Esperanza y Tlachichuca solamente existió un nivel (precoz o intermedio). En el caso de Ayotoxco, esto es atribuible a que allí el clima es favorable y permite la obtención de cuando menos dos cosechas por año, motivo por el cual los agricultores han seleccionado preferentemente materiales de ciclo muy corto. En contraste, en Esperanza y Tlachichuca, tal comportamiento se debe a que se tiene una estación de crecimiento muy bien definida y limitada, respectivamente por la ocurrencia de bajas temperaturas y por la disponibilidad de humedad (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Número de colectas presentes por nivel de precocidad en cada una de las micro-regiones del estado de Puebla, 1997.

Micro-región	Intervalos para DAFF <sup>a</sup>	Nivel de precocidad <sup>b</sup>				
		UP	P	I	T	UT
Ayotoxco	60-77	198				
Tetela	104-148			50	46	
Valle de Puebla	82-111		106	30		
Zaragoza	113-135			86	108	
Zacatlán	99-134		33	89	5	
Mazapiltepec	88-125		55	81		
Libres	91-127		109	73	1	
G. Victoria	100-126		9	68		
Esperanza	106-124			94		
Serdán	102-134			241	53	
Tlachichuca	110-125			200		
Tlahuapan	112-136			103	88	
La Malinche	116-165			1	68	16

<sup>a</sup>DAFF = Días al 50% de floración femenina

<sup>b</sup>UP = Ultraprecoz (60-81 DAFF); P = Precoz (82-103 DAFF); I = Intermedio (104-125 DAFF); T = Tardío (126-147 DAFF); UT = Ultratardío (>147 DAFF)

Aun cuando en las micro-regiones de Zacatlán, Libres y La Malinche hubo tres niveles de precocidad, uno de estos estuvo escasamente representado. Los datos indican que en Zacatlán predominaron los materiales intermedios, en tanto que en Libres fueron los precoces; en La Malinche fueron los tardíos los más importantes. Lo anterior se explica en parte por las particularidades ambientales de cada nicho: aún cuando los tres presentan un clima templado. En Zacatlán la estación de crecimiento es relativamente amplia, por lo que pueden desarrollarse materiales de ciclo intermedio; en contraste, en Libres se registra una precipitación errática y una alta frecuencia de heladas, factores que han favorecido la selección de variedades precoces. La preponderancia de materiales tardíos en La Malinche se explica básicamente por las bajas temperaturas presentes durante el ciclo de cultivo, atribuibles a su vez a la mayor altitud (2,700 msnm).

Cabe mencionar que, dada la amplitud de los estratos definidos, al interior de cada nicho existe variación para DAFF, por lo que se podría particularizar aún más la clasificación de precocidad, adecuándola a cada micro-región.

La información anterior evidencia la amplia diversidad para precocidad que existe en el cultivo de maíz en Puebla y demuestra cómo el agricultor ha seleccionado el ciclo de sus variedades de acuerdo a las diversas condiciones ambientales imperantes en cada micro-región.

*Rendimiento de grano.* Una de las hipótesis que se planteó fue que dentro de cada micro-región existían variedades criollas que superaban en rendimiento de grano a las variedades mejoradas utilizadas como testigo. Los resultados obtenidos (Cuadro 4) comprueban tal hipótesis, ya que los rendimientos promedio de grano alcanzados por los mejores criollos (empleados posteriormente para integrar diversos compuestos en cada micro-región) superaron de manera importante a los de las variedades testigo. Esto también apoya y justifica la ejecución de programas de fitomejoramiento enfocados a variedades criollas pues, como quedó evidenciado en los resultados, existe un amplio potencial que aún no ha sido plenamente aprovechado.

### Utilización de variedades criollas a nivel agricultor

De acuerdo con la información presentada, es posible afirmar que en el estado de Puebla, y a nivel de micro-región, aún existe una amplia diversidad en maíz, evidenciada por la presencia de patrones varietales específicos a cada una de aquellas. A fin de conocer cómo el agricultor está utilizando la amplia variabilidad de que dispone, durante el año 2000 se aplicaron entrevistas a los agricultores de las micro-regiones de Tlahuapan-Chiutzingo (M14) y La Malinche (M15).

**Cuadro 4.** Rendimiento de grano de los materiales colectados en las micro-regiones exploradas en el estado de Puebla en 1997.

Micro-región	Rendimiento promedio (kg/ha) <sup>a</sup>		
	Del nicho	De los mejores criollos	De testigos
Ayotoxco	3080	4775	3114
Tetela	1406	2638	558
Valle de Puebla	5604	6935	4986
Zaragoza	3736	4346	2977
Zacatlán	3207	4422	2207
Mazapiltepec	3754	5113	3231
Libres	2979	3953	1857
G. Victoria	0967	1366	783
Esperanza	2251	3017	2148
Serdán	4546	5504	5024
Tlachichuca	5193	6257	3998
Tlahuapan	4568	5564	4565
La Malinche	4429	6205	3632

<sup>a</sup>Los promedios se obtuvieron empleando toda la información de los experimentos disponibles. El promedio del nicho se calculó con base en el rendimiento de todas las variedades evaluadas; el promedio de los mejores criollos consideró únicamente el rendimiento de las variedades criollas sobresalientes (número variable); el promedio de los testigos incluyó solamente a las variedades empleadas para tal propósito (adaptado de López *et al.*, 1998).

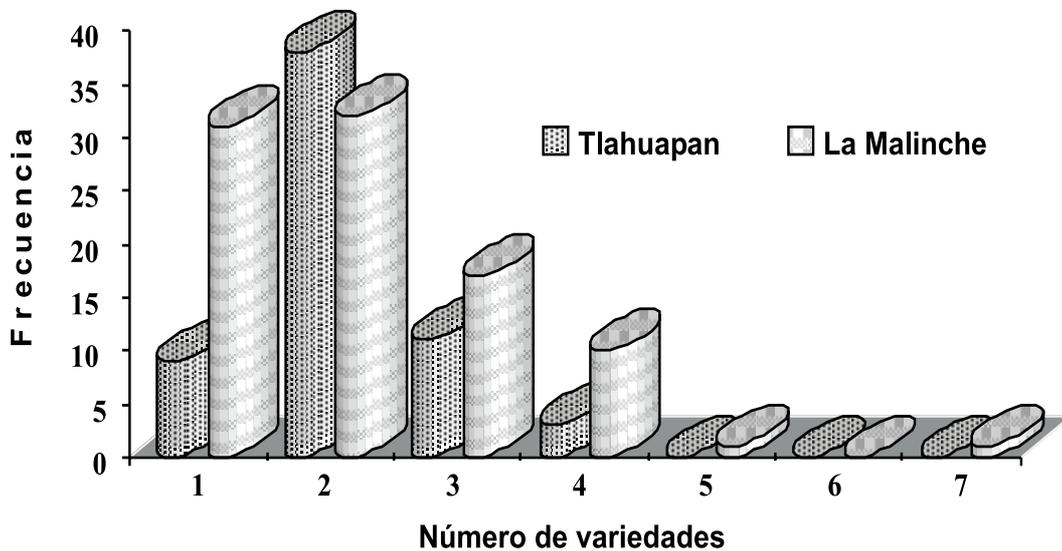
Los entrevistados en ambas micro-regiones tuvieron una edad media mayor a los 50 años, lo cual puede ser preocupante, pues indica que quienes actualmente están a cargo de las actividades agrícolas y de la conservación de la variabilidad genética de maíz y de otras especies, son personas de edad relativamente avanzada, por lo que en el mediano plazo puede tenerse el problema del mantenimiento de la diversidad *in situ* si es que no llega a integrarse una generación de reemplazo que tome a su cargo tales actividades.

Con respecto a la superficie total promedio de la cual dispone un agricultor para desarrollar sus actividades, se encontró que era de 2.1 ha en M14 y de 4.0 ha en M15. De esta extensión, el 77 y el 100%, respectivamente, se destina a la siembra de maíz, dato que resalta la importancia de esta especie en la unidad familiar de producción. Todos los entrevistados, con excepción de dos, manifestaron tener y cultivar solamente variedades criollas.

*Número de variedades por agricultor.* Los datos derivados de las entrevistas indicaron que el agricultor promedio de Tlahuapan-Chiautzingo utiliza  $2.13 \pm 0.09$  variedades criollas (promedio  $\pm$  error estándar), con un mínimo de una y un máximo de cuatro; en tanto que el agricultor de La Malinche maneja  $2.13 \pm 0.01$  variedades, con un mínimo de una y un máximo de siete. En la Figura 2 se puede observar que en ambas regiones, una gran proporción de agricultores (77% en M14 y 68% en M15) maneja entre una y dos variedades, lo que pudiera interpretarse como una reducción de la variabilidad; sin embargo, es necesario hacer notar que hay un grupo de campesinos (que representa el 23% en M14 y el 32% en M15) que todavía conserva y emplea más de tres variedades.

*Coloración de las variedades empleadas por el agricultor.* Con relación al color del grano de las variedades que utilizan los agricultores, se encontró que en Tlahuapan-Chiautzingo, el 85.2% de los entrevistados poseía una variedad de grano color blanco cremoso; el 55.7% una de color azul; el 16.4% una de color moradillo; el 23.0% una de color pinto; el 26.2% una de color rojo o colorado y el 6.6% una de color amarillo. En el caso de La Malinche, el 96.8% de los productores tiene un material con grano de color blanco cremoso; el 57%, un azul; el 16.1%, un morado; el 15.1%, un pinto; el 12.9%, un rojo o colorado; el 6.5%, un amarillo y el 8.6% uno del tipo Cacahuacintle. Los datos anteriores evidencian que, de las dos variedades que normalmente maneja el agricultor en las dos micro-regiones, una de ellas será con mayor frecuencia de grano blanco, en tanto que la segunda podrá corresponder a una variedad con grano azul o bien de alguno de los otros colores registrados. Este patrón puede ser atribuible a las condiciones

del mercado que prevalecían anteriormente, en las que se pagaba a mejor precio el maíz blanco que el de color, situación que afortunadamente está cambiando. Gil (2000) señala que la existencia de diferentes tipos de coloración de grano también responde en cierta medida a los usos tradicionales del cultivo.



**Figura 2.** Distribución del número de variedades criollas de maíz preservadas por los agricultores de las partes altas del valle de Puebla, año 2000.

### **Conclusiones**

La colecta de 2,514 muestras criollas de maíz en las micro-regiones exploradas demuestra que en Puebla aún existe una amplia diversidad genética (reflejada en la variación fenotípica), la cual tiene un alto potencial de aprovechamiento.

En los materiales locales de maíz presentes en cada nicho ecológico existe una variabilidad considerable en términos de coloración de grano, niveles de precocidad y características agronómicas. Tal diversidad está asociada, principalmente con la variación en ambientes productivos y, en menor medida, con la variación en usos tradicionales de la especie.

Todavía existe una amplia variabilidad en el cultivo del maíz, preservada y mejorada por los agricultores, por lo que es necesario buscar estrategias que permitan, por una parte, cuantificar y catalogar tal variación para proteger dichos recursos fitogenéticos y a sus generadores, y por otra, emplearla en beneficio de estos últimos. Una posibilidad la constituye el aprovechamiento de variedades criollas en programas de fitomejoramiento, que incluyan como componente el uso tradicional.

### **Agradecimientos**

Se agradece el apoyo de los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Puebla y de la Confederación Nacional Campesina del mismo que colaboraron durante la colecta de 1996. Se reconoce el apoyo financiero del CONACYT para la realización del estudio en las micro-regiones de La Malinche y Tlahuapan (proyecto I-32898-B).

## Referencias

- Castillo G., F., L.M. Arias R., R. Ortega P., and F. Marquez S. 2000. Participatory breeding, seed networks and grassroot strengthening. Mexico. Pp:199-200 *In*: D. Jarvis, B. Sthapit and L. Sears (eds.), *Conserving agricultural biodiversity in situ: A scientific basis for sustainable agriculture*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy. Proceedings of a workshop. Pokhara, Nepal. 5-12 July, 1999
- Gil M., A. 2000. Usos tradicionales de los maíces criollos en dos micro-regiones de Puebla, México. P. 113 *In*: F. Zavala G., R. Ortega P., J.A. Mejía C., I. Benítez R. y H. Guillén A. (eds.), *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Irapuato, Guanajuato, México. 15 al 20 de octubre de 2000.
- Gil M., A., A. Muñoz O., P. A. López y J. de D. Guerrero R. 1999. Una propuesta para el mejoramiento genético de maíces de uso tradicional. Pp:143-146 *In*: J. Espinoza V. y J. del Bosque C. (eds.), *Memoria del 2° Taller Nacional de Especialidades de Maíz*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Goodman, M. M. and W. L. Brown. 1988. Races of corn. Pp:33-79 *In*: G. F. Sprague and J. W. Dudley (eds). *ASA Monograph 18*. ASA, USA.
- INEGI. 1997. Anuario Estadístico del Estado de Puebla. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Gobierno del estado de Puebla. 726 p.
- López, P. A., H. López S. y A. Muñoz O. 1998. Selección de maíces criollos en nichos ecológicos del Estado de Puebla. P. 236 *In*: P. Ramírez V., F. Zavala G.; N. O. Gómez M., F. Rincón, S. y A. Mejía C. (eds), *Memorias del XVII Congreso de Fitogenética*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.
- Mirambell S., L. 2001. Arqueolítico y cenolítico inferior (30000-7000 A.C.). *Revista Arqueología Mexicana* 52:46-51
- Miranda C., S. 1998. El mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. Pp:269-282 *In*: J. A. Cuevas S., P. E. Cedillo, A. Muñoz O. y P. Vera C. (eds.). *Lecturas en Etnobotánica*. Publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica. *Serie: Didáctica de la Etnobotánica. Núm. 1*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Muñoz, O. A. 1991. Aprovechamiento de recursos genéticos y agricultura sostenible. Pp:272-286 *In*: Comisión de Estudios Ambientales C. P. y M. O. A. International. *Memorias del Primer Simposio Nacional de Agricultura Sostenible*. Colegio de Postgraduados. M.O.A. International. México.
- Pompa y P., J. A. y E. Serrano C. 2001. Los más antiguos americanos. *Revista Arqueología Mexicana* 52:36-41
- Secretaría de Gobernación, Gobierno del Estado de Puebla, Centro Nacional de Estudios Municipales y Centro Estatal de Estudios Municipales. 1988. *Los Municipios de Puebla*. Talleres Gráficos de la Nación. 1178 pp.

## Diversidad intraespecífica del *ib* (*Phaseolus lunatus* L.) en la agricultura tradicional de la península de Yucatán, México

Jaime Martínez-Castillo, Filogonio May-Pa, Daniel Zizumbo-Villareal y Patricia Colunga García-Marín

Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Unidad de Recursos Naturales. Apartado postal 87, Cordemex, Yucatán, México ([jmartic@cicy.mx](mailto:jmartic@cicy.mx))

### Summary

**Intraspecific diversity of *ib* (*Phaseolus lunatus* L.) in the traditional agriculture of Mexico's Yucatan peninsula Mexico.** Ethnobotanical research was undertaken in four regions of traditional agriculture in the Yucatan peninsula of Mexico in order to analyse the intraspecific diversity of *ib* (*Phaseolus lunatus* L.). The richness, abundance and distribution of landraces were evaluated, including farmer selection criteria. An abundance of wild populations was reported. Implications for conservation of genetic diversity of *P. lunatus* were noted with nineteen landraces pertaining to the cultigen groups "Papa" (8) and "Sieva" (11) present. The *mulicion* variety was sown in 52% of the total area, with the principal selection criteria being taste, color and seed price. Three of the research areas showed a similar level of richness with limited distribution of certain varieties. Seven of eight varieties of the "Papa" cultigen were cultivated in the Maya area of Quintana Roo. Wild populations were reported and collected in two different regions. Even though there exists a rich array of local varieties (and an abundance of wild populations) the predominance of a few varieties due to changing markets and agroecosystem intensification warns of a marked risk of genetic erosion. In the Sierrita de Ticul, only six varieties of *P. lunatus* were cultivated as a result of the above factors. A conservation strategy to alleviate the loss of genetic diversity in *P. lunatus* in the Yucatan Peninsula is needed.

**Key words:** Conservation, *ib*, intraspecific diversity, *Phaseolus lunatus*, traditional agriculture, Yucatan peninsula.

### Introducción

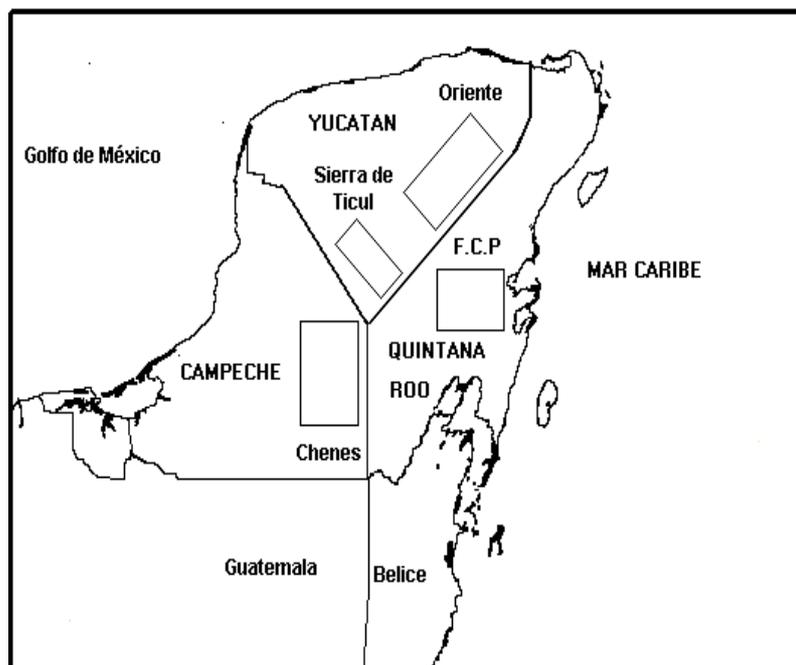
*Phaseolus lunatus* L. es una especie de origen neotropical (Fofana *et al.*, 1999) y con dos subespecies: *P. lunatus* ssp. *silvester* y *P. lunatus* subesp. *lunatus*, integrando esta última por las formas cultivadas clasificadas en tres cultigrupos (cv-gr): el cv-gr "Sieva" con semillas planas de tamaño medio, el cv-gr "Papa" con pequeñas semillas globulares y el cv-gr "Gran Lima" con semillas grandes y planas (Baudet, 1977). Las formas intermedias son comúnmente reportadas entre estos cultigrupos (Gutiérrez *et al.*, 1995). En *P. lunatus* estudios morfológicos, bioquímicos (Debouck *et al.*, 1989; Maquet *et al.*, 1990) y moleculares (Nienhuis *et al.*, 1995) indican la existencia de dos grupos separados, los cuales han sido reconocidos como dos acervos genéticos diferentes (de acuerdo a la definición de Gepts, 1988): el mesoamericano y el andino.

Los factores que han llevado a la diversificación de *P. lunatus* han sido, por un lado, las presiones de selección natural sobre el material silvestre y las presiones de selección de los agricultores sobre las formas cultivadas (Ballesteros, 1999). Esta especie es ampliamente cultivada en regiones de América tropical, principalmente, donde se practica la agricultura tradicional. En la península de Yucatán la subespecie cultivada es conocida como *ib*, siendo esta región la que posee el mayor número de variantes existentes en México (Ballesteros, 1999). El *ib* es sembrado en asociación con el maíz en el sistema de roza-tumba-quema y representa, después de la calabaza (*Cucurbita* sp.) y el frijol común (*P. vulgaris* L.), el cultivo asociado más importante en la agricultura tradicional de la región.

Esta investigación realiza un análisis de la diversidad intraespecífica existente en el germoplasma de *P. lunatus* en la península de Yucatán. Los objetivos de la investigación fueron: (1) caracterizar la riqueza, abundancia y distribución del germoplasma cultivado y silvestre de *P. lunatus*, (2) conocer los criterios de clasificación y selección campesina aplicada al germoplasma cultivado y (3) analizar algunas implicaciones sobre la conservación de la diversidad genética de *P. lunatus*.

### **Materiales y métodos**

El estudio se realizó en la península de Yucatán, México. Se seleccionaron cuatro áreas donde se practica la agricultura de roza-tumba-quema como forma principal de producción, y representan subáreas culturales dentro de la Península: el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo; los Chenes, en Campeche; y la Sierra de Ticul y la zona Oriente, en Yucatán (Figura 1).



**Figura 1.** Áreas de estudio en la península de Yucatán, México.

Se eligieron tres comunidades agrícolas y una muestra aleatoria de 40 productores por área. Para conocer la clasificación tradicional maya, los criterios de selección del germoplasma y el área sembrada de cada variante, se aplicaron entrevistas informales y cuestionarios escritos. Se colectaron semillas de todas las variantes de *ib* sembradas por los productores encuestados y se realizaron exploraciones botánicas en las zonas agrícolas de cada comunidad para colectar semillas de las poblaciones silvestres.

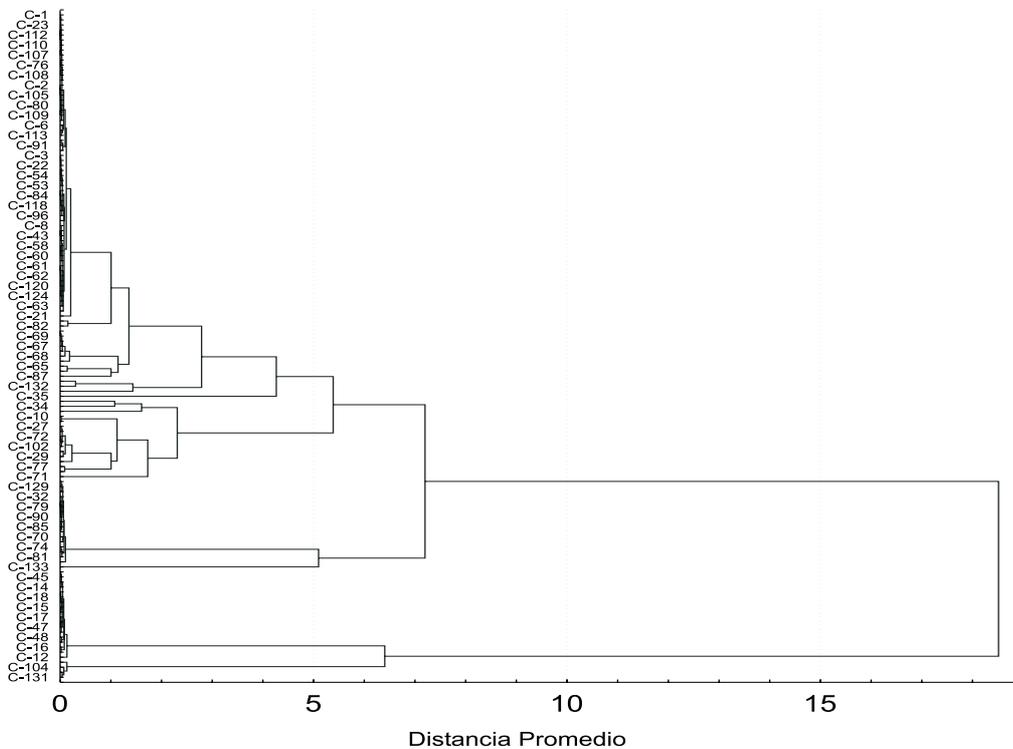
Se caracterizó el germoplasma colectado con base en los siguientes atributos: a) el color primario y secundario de acuerdo a la tabla de colores usada por Maquet (1991), b) el patrón de coloración de la testa de la semilla según la escala desarrollada por Baudoin (1990), c) la forma de la semilla según la clasificación de cultigrupos dada por Baudet (1977), d) el largo y ancho de 10 semillas por muestra colectada, y e) el ciclo productivo basado en reportes de los productores donantes de las semillas. En el caso del germoplasma silvestre las variables consideradas fueron: largo y ancho de vaina, y largo, ancho y peso de la semilla.

Para conocer la forma de agrupamiento del germoplasma y determinar la riqueza de variantes de *P. lunatus*, se aplicó un método de agrupamiento de promedios (del inglés, *Unweighted Pair-Group Average*, UPGMA) utilizando los resultados de la caracterización mediante la distancia euclidiana. Se aplicaron análisis estadísticos (análisis de varianza y pruebas t de student) al largo y ancho de las semillas para conocer la variabilidad al interior de los grupos identificados. De los resultados obtenidos del análisis estadístico y de agrupamiento, la clasificación tradicional maya y las entrevistas informales, se caracterizó la abundancia y distribución geográfica del germoplasma de *P. lunatus*.

## Resultados

### Riqueza del germoplasma cultivado (ib)

Se aplicó un análisis de agrupamiento a las 133 accesiones obtenidas, las cuales formaron dos grandes clados y 19 grupos (Figura 2) que aquí son llamados de acuerdo al nombre usado más comúnmente por los agricultores de la región.



**Figura 2.** Patrón de agrupamiento (UPGMA) del germoplasma cultivado de *P. lunatus* de la península de Yucatán, México.

Dentro del primer clado (primer gran grupo inferior de la Figura 2) se encuentran los grupos *chak-saac* y *bacalar*, los cuales están integrados por semillas de forma aplanada y tamaño medio, típicas del cv-gr *Sieva*. "Bacalar" es el grupo que integra a las accesiones de mayor peso y tamaño de semilla del germoplasma colectado en la Península y posee la mayor variabilidad en el patrón de coloración del grano de todos los grupos (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Características de la semilla y ciclo de los grupos encontrados en el análisis de agrupamientos y descriptivos del germoplasma cultivado de *P. lunatus* en la península de Yucatán, México.

Grupos	Forma <sup>a</sup>	Largo	Ancho	Peso	Color primario	Color secundario	Ciclo productivo
1. <i>Chak-saac</i>	aplanada-d	1.33 ± 0.07	0.88 ± 0.01	37.0	rojo	negro	largo
2. Bacalar	aplanada-d	1.38 ± 0.04	0.94 ± 0.03	37.5	crema/café	café/negro	largo
3. <i>Pool-santo</i>	elíptica	1.09 ± 0.06	0.78 ± 0.04	26.7	gris	rojo	largo
4. <i>Putsica-sutsuy</i>	redonda-elíp.	1.08 ± 0.04	0.79 ± 0.03	30.9	rojo	crema	largo
5. <i>Chak-chí</i>	aplanada-g	1.18 ± 0.08	0.87 ± 0.06	28.6	rojo	blanco	corto
6. <i>Chak-mejen</i>	aplanada-d	1.27 ± 0.01	0.88 ± 0.06	35.9	rojo	0	corto
7. <i>Chak-petch</i>	aplanada-d	1.31 ± 0.05	0.87 ± 0.04	32.7	rojo	0	largo
8. <i>Chak-uolis</i>	redonda	1.03 ± 0.01	0.77 ± 0.02	30.8	rojo	0	largo
9. <i>Madza-kitam</i>	aplanada-d	1.37 ± 0.05	0.93 ± 0.05	35.2	negro	blanco	largo
10. <i>Box-petch</i>	aplanada-g	1.30 ± 0.05	0.86 ± 0.04	33.5	negro	0	largo
11. <i>Box-uolis</i>	redonda	0.91 ± 0.05	0.77 ± 0.04	30.8	negro	0	largo
12. Bacalar-2	aplanada-d	1.39 ± 0.07	0.91 ± 0.02	36.7	crema/café	café/negro	largo
13. X-batun	aplanada-g	1.17 ± 0.06	0.85 ± 0.05	32.5	crema	0	largo
14. <i>Kan</i>	redonda	1.04 ± 0.04	0.78 ± 0.04	27.7	amarillo	0	largo
15. Tabaco	aplanada-d	1.35 ± 0.05	0.93 ± 0.06	36.4	café	0	largo
16. <i>Nuk</i>	aplanada-g	1.24 ± 0.09	0.88 ± 0.01	33.0	blanco	0	largo
17. <i>Mejen</i>	aplanada-g	1.24 ± 0.07	0.85 ± 0.04	32.8	blanco	0	corto
18. <i>Sac-mejen</i>	redonda	0.95 ± 0.10	0.75 ± 0.03	26.4	blanco	0	corto
19. <i>Mulición</i>	redonda-elíp.	0.98 ± 0.07	0.75 ± 0.03	28.9	blanco	0	largo
20. Chocolate	aplanada-g	1.09 ± 0.04	0.78 ± 0.06	30.6	café	0	largo

<sup>a</sup>Forma: aplanada-d (delgada), aplanada-g (gruesa), redonda-elíp (elíptica)

El segundo gran clado integró a los 17 grupos restantes (Figura 2). Este clado se caracteriza por tener dentro a grupos de semillas planas delgadas conocidos localmente como *chak-mejen*, *chak-petch*, tabaco-chocolate y *madza-kitam*; grupos de formas aplanadas gruesas como *nuk*, *mejen-ib*, *chak-chí*, *box-petch*, *x-batun* (varios de estos grupos de formas de semillas planas delgadas y gruesas se esperaba que se agruparan en el primer clado) y grupos con semillas de formas redondas o elípticas típicas del cv-gr Papa, tales como *sac-mejen*, *chak-uolis*, *box-uolis*, *pool santo*, *kan*, *putsica-sutsuy* y *mulición*. Así, el análisis de agrupamiento distinguió claramente entre los cv-gr *Sieva* y *Papa*.

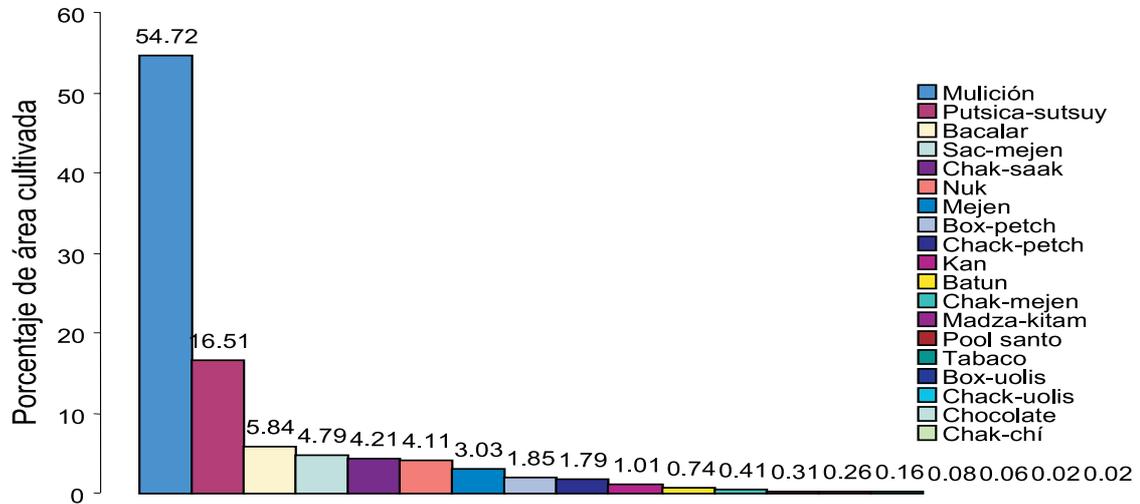
El análisis estadístico realizado mostró que al interior de los grupos, existe una variabilidad significativa en el largo y ancho de la semilla para casi todos los grupos que contaron con más de una accesión; con excepción del grupo *Chak-uolis*, el cual no presentó diferencias significativas en el largo (P= 0.7764) ni en el ancho (P= 0.2239) de grano; sin embargo, no lograron detectarse (datos no mostrados). Sólo para el caso del grupo Tabaco-Chocolate, el que a través de una prueba t de student (P=<0.0001) se logró conocer que estaba integrado por dos accesiones que pertenecía a variantes diferentes, como fue señalado por los productores donadores de las semillas.

En la coloración principal del grano se observaron ocho variantes, siendo el color rojo el más importante, seguido del blanco y el negro. En número de muestras colectadas el blanco fue mayor. Cuando se consideró el porcentaje de reportes campesinos que siembran semillas blancas, la importancia se incrementó notablemente (57.8%). Sobre el ciclo productivo, la mayoría de los grupos (16) son de ciclo largo, de 7 a 8 meses para cosechar fruto seco. Sólo se encontraron cuatro grupos con ciclo productivo corto, tardando 5 meses a la cosecha (Cuadro 1).

### Abundancia de las variantes de ib

La abundancia (% de área cultivada) de los grupos se presenta en la Figura 3. *Mulición* abarcó el 54.7%, siendo esta clase de germoplasma cultivado por casi todos los productores entrevistados en las cuatro áreas estudiadas, aspectos que explican su alto porcentaje. En

segundo lugar está *putsica-sutsuy* con 16.5%, grupo que también presenta una amplia distribución geográfica pero no es cultivado por muchos productores. En tercer lugar está Bacalar con un 6%, grupo que sólo es cultivado en el municipio de Felipe Carrillo Puerto.



**Figura 3.** Porcentaje de área cultivada de las variantes de *ib* (*P. lunatus*) en la península de Yucatán, México. El orden izquierda-derecha de las barras=orden descendente de los nombres.

Excepto los tres grupos señalados, la mayoría del germoplasma cultivado de *P. lunatus* existente en la Península no rebasa el 4% del área cultivada por los campesinos y algunas de ellas, como *pool santo*, *chak* de forma redonda y *Tabaco ib*, entre otras, no alcanzan el 1%, siendo sólo sembradas por unos cuantos agricultores en toda la región.

### Distribución geográfica de las variantes de *ib*

La distribución numérica de los grupos encontrados fue la siguiente: seis para la Sierra de Ticul, 13 para el Oriente de Yucatán, 10 para los Chenes y 11 para Felipe Carrillo Puerto (Figura 4). Para la distribución geográfica de los grupos, el germoplasma se puede agrupar en: 1) aquellos que presentan una distribución restringida sólo a una de las áreas, por ejemplo los grupos Bacalar, Tabaco, Chocolate y *box-uolis*, en Felipe Carrillo Puerto; y 2) aquellos que presentan una distribución geográfica extendida por toda la región, como *mulición*, *putsica-sutsuy* y *chack-petch*.

El germoplasma con semillas de formas redondas o elípticas está mejor representado en Felipe Carrillo Puerto, donde se cultivan siete de las ocho variantes encontradas e incluso dos (*box-uolis* y *chak-uolis*) sólo se encuentran en esta región (Figura 4). El germoplasma con semillas de formas aplanadas o semi-aplanadas se distribuyeron en las cuatro áreas de estudio. Sin embargo, a diferencia de esta distribución amplia, algunas variantes presentaron una distribución geográfica muy localizada como *Bacalar*, el cual se cultivó únicamente en Felipe Carrillo Puerto.

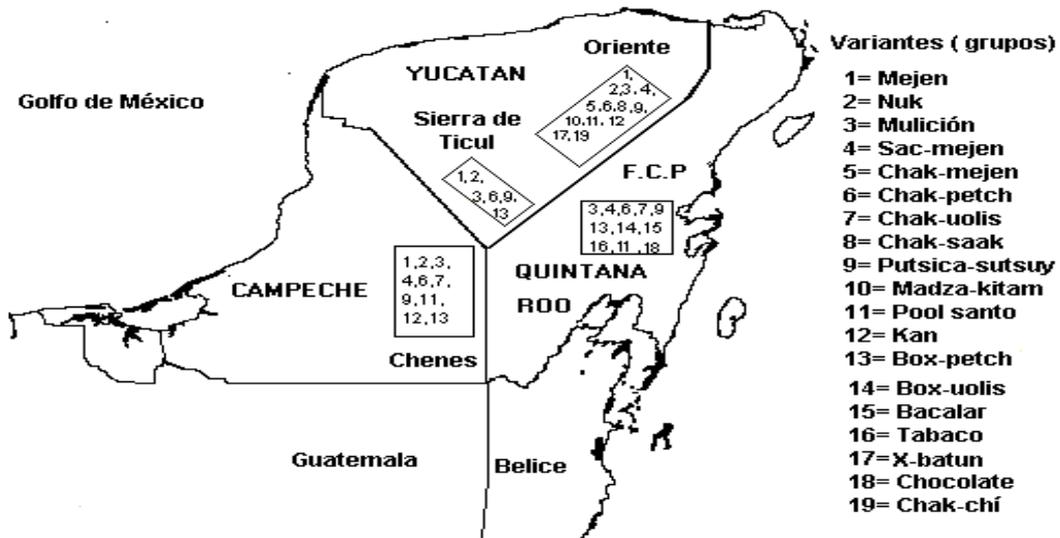


Figura 4. Mapa de la distribución geográfica de las variedades criollas de *P. lunatus* en la península de Yucatán, México.

### Clasificación tradicional maya de *P. lunatus*

Los productores mayas nombran a las formas cultivadas de *P. lunatus* como **ib** y a las formas silvestres como *ib-cho* (*ib* de ratón), asignando nombres a las variantes cultivadas de acuerdo a las siguientes características (Cuadro 1):

**Forma de la semilla.** Los campesinos distinguen variantes de granos redondos o elípticos a las cuales les asignan el término *Mulición* (*x-uolis* en maya), de las variantes de grano aplanado las cuales reciben el calificativo de *petch*.

**Color de la semilla.** Cuando el grano es de colores lisos, la variante recibe el nombre de dicho color en maya (p. ej. *chak ib*= **ib** rojo). Si la semilla posee un patrón de coloración que combina dos o más colores, el campesino asigna el nombre a la variante de acuerdo a cosas o animales que asemejan dicho patrón de coloración (p. ej. *madza-kitam*, cejas de jabalí).

**Ciclo productivo.** El productor diferencia entre variantes de ciclo corto, a las que les asigna el calificativo de *mejen* (p. ej. *mejen-ib* es *ib* de ciclo corto), de las variantes de ciclo largo a las que les asigna el calificativo *nuk* (p. ej. *nuk-ib* o **ib** de ciclo largo).

En el caso del *ib-cho*, este no es clasificado en grupos, aunque algunos campesinos reconocen grupos según el color de la semilla. También, aplican el término de *ib-cho* a dos especies diferentes de *P. lunatus*: *Vigna* sp. y *Rinchosia* sp. La razón de esto es la semejanza con *P. lunatus* en hojas (para el caso de *Vigna* sp.), y en hojas y frutos con *Rinchosia* sp.

### Criterios campesinos en la selección del germoplasma

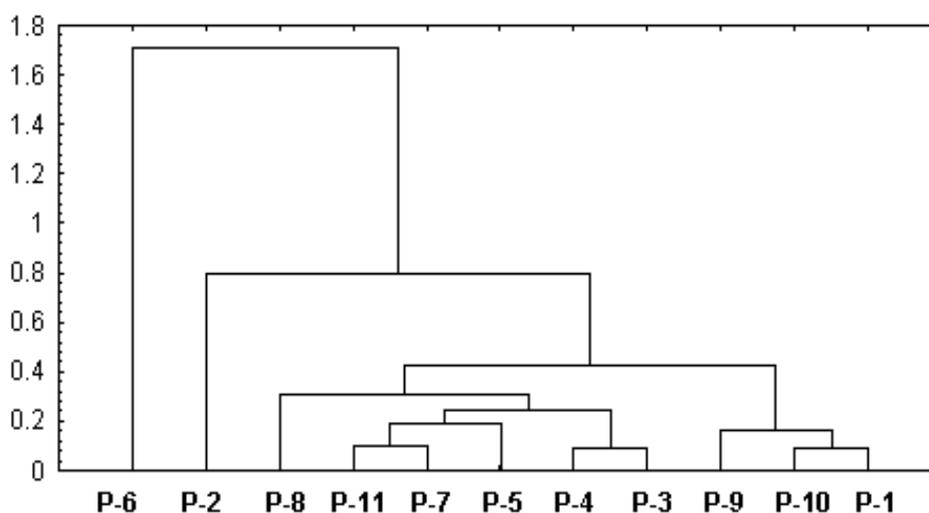
El cultivo del **ib** en la región integra una serie de criterios de selección de tipo agronómicos, alimenticios, de mercado y culturales. Sin embargo, la predominancia de algunas de las variantes responde a dos criterios relacionados: el sabor (27.39 %) y color de la semilla (20.75 %), siguiéndoles en un segundo orden de importancia el tiempo de cocción de la semilla (12.45 %) y su precio en el mercado (11.2%). La importancia del sabor como criterio de selección radica en que la semilla del **ib** posee sustancias cianogénicas que producen un sabor amargo, y varía en función de las concentraciones presentes (Baudoin *et al.*, 1990). Los productores reportaron además la existencia de otros criterios de selección que poseen una importancia mayor en variantes cuya producción es para autoconsumo, como lo son el ciclo productivo o la resistencia al ataque de gorgojo (*Sitophilus zeamais*) y a la sequía, entre otros (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Criterios campesinos de selección del germoplasma de *P. lunatus* en dos comunidades mayas en la península de Yucatán, México.

Criterios de selección del germoplasma	% mencionado
Sabor de la semilla	27.39
Color de la semilla	20.75
Tiempo de cocción de la semilla	12.45
Valor económico de la semilla	11.2
Forma de la semilla	6.22
Ciclo productivo (produce pronto)	5.39
Ataque por gorgojos ( <i>Sitophilus zeamais</i> )	5.39
Tamaño de la semilla	4.15
La variedad "aguanta" sequía	3.32
La variedad produce más semilla	2.49
La variedad crece bien en suelos cansados	1.25

### Germoplasma silvestre (ib-cho)

Se encontraron 11 poblaciones distribuidas en tres áreas (la Sierra de Ticul, Yucatán no fue considerada en la colecta de *ib-cho*). El análisis de conglomerados realizado generó tres grupos (Figura 5); dos grupos 1 y 2, (izquierda de la Figura 5) integrados sólo por una población, los que fenotípicamente parecen formas arvenses generadas por la hibridización entre las subespecies conocidas. Dichos grupos poseen vainas y semillas de mayor tamaño y presentaron distribución limitada, encontrándose el grupo 1 en Felipe Carrillo Puerto y el grupo 2 en el Oriente de Yucatán. El grupo 3 se integró por las nueve poblaciones restantes, las cuales se caracterizaron por poseer vainas y semillas pequeñas, y distribución amplia en toda la región.



**Figura 5.** Patrón de agrupamiento del germoplasma silvestre colectado en la península de Yucatán, México. P, población.

La abundancia del *ib-cho* o **ib** silvestre fue como sigue: Chenes tuvo cinco poblaciones (P-7, P-8, P-9, P-10 y P-11), Felipe Carrillo Puerto con cuatro (P-3, P-4, P-5 y P-6) y el Oriente de Yucatán con dos (P-1 y P-2). La mayor abundancia de poblaciones de *ib-cho* en la región de Los Chenes y Felipe Carrillo Puerto se debe a las condiciones edáficas de dichos lugares, ya que el *ib-cho* crece en suelos de alta fertilidad, los cuales son encontrados en mayor abundancia en esas dos áreas de la Península (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Promedios y desviaciones estandar de la caracterización morfológica del germoplasma silvestre de *P. lunatus* colectado en la península de Yucatán, México.

Población	Largo-vaina <sup>a</sup>	Ancho-vaina <sup>a</sup>	Largo-semilla <sup>a</sup>	Ancho-semilla <sup>b</sup>	Peso-semilla <sup>a</sup>
P-1	4.34 ± 0.34	0.96 ± 0.09	0.76 ± 0.04	0.61 ± 0.06	0.104 ± 0.04
P-2	4.80 ± 0.65	1.13 ± 0.12	1.05 ± 0.17	0.75 ± 0.09	0.256 ± 0.13
P-3	3.92 ± 0.35	0.96 ± 0.11	0.71 ± 0.05	0.62 ± 0.15	0.086 ± 0.02
P-4	3.89 ± 0.42	1.01 ± 0.08	0.68 ± 0.07	0.56 ± 0.04	0.076 ± 0.01
P-5	4.21 ± 0.26	1.01 ± 0.09	0.71 ± 0.06	0.61 ± 0.05	0.104 ± 0.02
P-6	5.36 ± 0.76	1.05 ± 0.04	0.89 ± 0.07	0.59 ± 0.05	0.168 ± 0.02
P-7	4.19 ± 0.31	1.04 ± 0.08	0.74 ± 0.04	0.59 ± 0.03	0.083 ± 0.01
P-8	4.12 ± 0.22	1.06 ± 0.06	0.76 ± 0.03	0.59 ± 0.04	0.092 ± 0.01
P-9	4.12 ± 0.29	0.92 ± 0.06	0.78 ± 0.08	0.61 ± 0.07	0.117 ± 0.07
P-10	3.83 ± 0.29	0.76 ± 0.09	0.77 ± 0.07	0.60 ± 0.06	0.102 ± 0.02
P-11	3.43 ± 0.33	1.14 ± 0.07	0.78 ± 0.05	0.62 ± 0.04	0.118 ± 0.02
P-12	4.39 ± 0.36	1.03 ± 0.06	0.79 ± 0.05	0.60 ± 0.04	0.111 ± 0.02
P-13	4.03 ± 0.33	0.88 ± 0.08	0.76 ± 0.04	0.59 ± 0.06	0.101 ± 0.02

<sup>a</sup> Los valores son el promedio de 10 individuos en cm, y <sup>b</sup>gramos.

### Discusión

Los resultados corroboran la alta diversidad intraespecífica reportada por Ballesteros (1999) para el germoplasma cultivado de *P. lunatus* en la región, mientras que la presencia de semillas aplanadas (cv-gr *Sieva*) y elípticas y redondas (cv-gr *Papa*) es acorde con los reportes de Debouck *et al.* (1989), Fofana *et al.* (1999), Gutiérrez *et al.* (1995) y Maquet *et al.* (1990), quienes las señalan como representantes del acervo genético mesoamericano, si bien el análisis de agrupamiento no pudo diferenciar claramente los dos cultigrupos. Las semillas aplanadas gruesas son al parecer formas intermedias entre ambos cultigrupos, ya que el cultivo simpátrico que las genera, y su existencia había sido reportada por Gutiérrez *et al.* (1995) y Ballesteros (1999).

Aún existe una alta diversidad intraespecífica dentro del *ib*, pero sólo unas cuantas variantes son las que más se cultivan, lo cual es debido a una combinación de criterios de selección del germoplasma. El sabor y color del grano son los dos criterios más importantes, los cuales a su vez se relacionan con un tercero casi de igual valor: el precio de la semilla en el mercado. El sabor amargo del grano causado por sustancias cianogénicas es menos acentuado en las variantes de grano blanco (Baudoin *et al.*, 1990). El color blanco en el grano es también una consecuencia de la incorporación de los pequeños productores al mercado, las semillas de testa blanca adquieren mayor precio, provocando que las variantes de otros colores dejen de ser cultivadas. Ballesteros (1999) señala, además, que la predominancia del color blanco puede obedecer también a un patrón de selección impuesto por la colonización.

La mayoría de variantes cultivadas de *P. lunatus* no rebasan el 4% del total de área e incluso algunas no alcanzan ni el 1% y son sembradas sólo por unos cuantos agricultores en toda la región. Esta situación pone en riesgo la existencia de variantes raras, ya que las condiciones aleatorias en que se lleva a cabo la agricultura tradicional en la región pueden generar la pérdida de la semilla de un año para otro, lo cual fue comprobado para el caso de Tabaco y Chocolate *ib*, en el área de Felipe Carrillo Puerto. Si predominan criterios de selección relacionados a la comercialización de *P. lunatus*, muchas de estas variantes raras desaparecerán, considerando que gran cantidad son sembradas por agricultores de edad avanzada que todavía las autoconsumen. La consecuencia directa será una erosión genética en el germoplasma cultivado de esta especie, proceso que se presentará en pocas generaciones humanas. Otros ejemplos han sido reportados para variedades locales de yuca en la Amazonia peruana (Salick *et al.*, 1997) y para variedades de papa en los Andes peruanos (Brush, 1991).

Los patrones de distribución observados en las variantes cultivadas indican que las presiones de selección han llevado a la generación de ciertas variantes que sólo existen en una de las áreas estudiadas. Estudios sobre factores ecológicos, como presiones de selección sobre el *ib*, son necesarios para ayudar a explicar estos resultados.

Aunque existen tres características de la semilla, con las cuales los campesinos nombran y diferencian a sus variantes de *ib*, es común encontrar a una misma variedad con diferentes nombres incluso dentro de la misma comunidad. Esto se debe a que parte de los productores suelen utilizar sólo uno de los criterios para nombrar a sus variantes, como es el caso de *mulición*, que es también *sac ib*, siendo en el primer caso nombrada por la forma redonda de la semilla y el segundo se atribuye al color blanco. Esto genera dificultades al analizar la diversidad del *ib* desde un enfoque solamente etnobotánico debido a la existencia de sinonimias entre los nombres locales. Por otro lado, a varios campesinos jóvenes no les gusta utilizar los nombres tradicionales de las variedades locales, por lo que asignan de forma indiscriminada un nombre para diferentes variantes, como por ejemplo el de *mulición ib* para todas las de semillas redondas.

Todavía existen poblaciones silvestres en las diferentes áreas estudiadas, pero sólo se encontraron en el Oriente de Yucatán y en Felipe Carrillo Puerto, lo cual indica que en estos lugares pueden presentarse eventuales flujos genéticos entre las dos subespecies de *P. lunatus*. Este punto es de gran importancia para la diversidad genética de la especie ya que dichas formas arvenses pueden, en algún momento, ser sujetas a selección por parte de los productores (algo no detectado hasta ahora en esta investigación) y conducidas a un proceso de domesticación, lo cual incrementaría la diversidad intraespecífica de *P. lunatus*.

### Referencias

- Ballesteros, G. A. 1999. Contribuciones al conocimiento del frijol lima (*Phaseolus lunatus* L.) en América Tropical. Tesis Dr. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México.
- Baudet, J. C. 1977. The taxonomic status of the cultivated types of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) Trop. Grain Legume Bull. 7: 29-30
- Baudoin, J. P. 1990. L'amélioration de *Phaseolus lunatus* L. en zones tropicales. Bull. Rech. Agron. Glembloux, Belgique. 25:395-442
- Baudoin, J. P., J. P. Barthelemy, V. Ndungo and G. Mergeai. 1990. Distribution of cyanide content in the lima bean in relation with the infraspecific classification and the seed coat pigmentation. Bean Improv. Coop. 33:126-127.
- Bellon, M. R. and S. B. Brush. 1994. Keepers of maize in Chiapas, Mexico. Econ. Bot. 48:196-209.
- Brush, S. 1991. A farmer-based approach to conserving crop germplasm. Econ. Bot. 45:153-165
- Debouck, D. G., A. Maquet and C. Posso. 1989. Bioquimical evidence for two different gene pools in lima bean, *Phaseolus lunatus* L. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 32:58-59
- Fofana, B., J. P. Baudoin, X. Vekemans, D. G. Debouck, and P. du Gardin. 1999. Molecular evidence for an Andean origin and a secondary gene pool for the lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) using chloroplast DNA. Theor. Appl. Genet. 98:202-212.
- Gepts, P. 1988. Phaseolin as an evolutionary marker. Pp: 215-241 In: P. Gepts (ed.), Genetic Resources of *Phaseolus* Bean. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Gutiérrez S., A., A. Gepts and D. G. Debouck. 1995. Evidence for two gene pools of the lima bean, *Phaseolus lunatus* L. in the Americas. Gen. Res. Crop. Evol. 41:15-28.
- Louette, D, A. Charrier, and J. Berthaud. 1997. *In situ* conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. Econ. Bot. 51:20-38.
- Maquet, A., A. Gutierrez, and D. G. Debouck. 1990. Further biochemical evidence for the existence of two gene pools in lima bean. Annu. Rept. Bean Improv. Coop. 33: 128-129.
- Maquet, A. 1991. Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) catalogue. Working Document No. 84. Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 96 p.

- Nienhuis, J., J. Tivang and P. Skroch. 1995. Genetic relationships among cultivars and landraces of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) as measured by RAPD markers. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 120:300-306.
- Salick, J, N. Cellinese, and S. Knapp. 1997. Indigenous diversity of cassava: generation, maintenance, use and loss among the Amuesha, Peruvian Upper Amazon. *Econ. Bot.* 51:6-19.

## Conservación *in situ* de la biodiversidad de las variedades locales en la milpa de Yucatán, México

L. Arias<sup>1</sup>, D. Jarvis<sup>2</sup>, D. Williams<sup>2</sup>, L. Latournerie<sup>3</sup>, F. Márquez<sup>5</sup>, F. Castillo<sup>6</sup>, P. Ramírez<sup>6</sup>, R. Ortega<sup>3</sup>, J. Ortiz<sup>6</sup>, E. Sauri<sup>7</sup>, J. Duch<sup>3</sup>, J. Bastarrachea<sup>4</sup>, M. Guadarrama<sup>1</sup>, E. Cázares<sup>6</sup>, V. Interián<sup>6</sup>, D. Lope<sup>1</sup>, T. Duch<sup>1</sup>, J. Canul<sup>1</sup>, L. Burgos<sup>1</sup>, T. Camacho<sup>1</sup>, M. González<sup>1</sup>, J. Tuxill<sup>2</sup>, C. Eyzaguirre<sup>2</sup> y V. Cob<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del -IPN Unidad Mérida, Car. Antigua a Progreso km 6. CP 97310 Mérida, Yucatán. México ([lmarias@mda.cinvestav.mx](mailto:lmarias@mda.cinvestav.mx)).

<sup>2</sup>Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico Agropecuario (ITA-2.).

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

<sup>5</sup>Universidad Autónoma de Chapingo (UACH).

<sup>6</sup>Colegio de Postgraduados (CP.).

<sup>7</sup>Instituto Tecnológico de Mérida (ITM).

### Summary

***In situ* conservation of biodiversity from milpa landraces in Yucatan, Mexico.** Reduction of genetic diversity in traditional agroecosystems, caused in part by modernization of agricultural systems, is occurring in various regions of Mexico and other developing countries. For centuries, Maya farmers have grown a high genetic diversity of maize, beans, squash and chile peppers under a slash-and-burn “milpa” system. The rural population of the Yucatan region is highly dependent on these crops for home consumption. An objective of Mexican research institutions is to reinforce the structural knowledge of the farmers’ decision-making processes that influence *in situ* conservation of agricultural biodiversity. As part of the global project on strengthening the scientific basis of *in situ* conservation, CINVESTAV is devoted to strengthening collaboratively the national institutions responsible for the planning and implementation of conservation programs and involving a wider group of actors and stakeholders including farmers, communities, universities, research centers, and other groups in order to broaden the use and conservation of agricultural biodiversity.

The Mexico project is located in Yaxcaba, Yucatan where maize, beans, squash and chili peppers are being studied. Cropping systems were investigated within an agroecological and socioeconomic framework. Landrace diversity was studied using ethnobotanical samples. Farmer perceptions of landraces were recorded and tested in agromorphological characterization plots. Also an isozymic characterization of these varieties was undertaken using isozymes pattern. Socioeconomic studies including gender, rural food processing, and crop culinary-gastronomic characteristics preferred by the wives of farmers were researched. Participatory plant breeding methods to reinforce *in situ* conservation have been implemented, including mass selection and a limited backcross breeding system for maize.

**Key words:** Biodiversity, *in situ* conservation, milpa.

### Introducción

El proyecto “Fortalecimiento de las Bases Científicas para la Conservación *In Situ* de la Biodiversidad Agrícola: México” se inició en 1998 con los objetivos siguientes: a) apoyar la formación de un marco de conocimientos sobre la toma de decisiones de los productores que influyen en la conservación *in situ* de la biodiversidad agrícola; b) fortalecer a las instituciones nacionales para la planeación e implementación de programas de conservación de la biodiversidad agrícola; y c) ampliar el uso y conservación de la biodiversidad agrícola mediante

la participación de comunidades de productores y grupos interesados. Este artículo reseña tal proyecto y resume algunos resultados de investigación encontrados en casi cuatro años de implementación.

### **Materiales y métodos**

Siguiendo las líneas metodológicas planteadas por Jarvis *et al.* (2000) y Hernández X. (1995), de 320 colectas de maíz (*Zea mays* L.), 40 de frijol incluyendo *Phaseolus vulgaris* e ibes (*P. lunatus*), 49 de calabaza (*Cucurbita moschata* L. y *C. argyrosperma* L.) y 34 de chile (*Capsicum annuum* L. y *C. chinense* Jacq.), se obtuvo la información etnobotánica con el objetivo de identificar la variación reconocida por los agricultores según su clasificación en lengua maya. Las muestras fueron sembradas en lotes experimentales en milpas<sup>1</sup> de agricultores para su caracterización morfológica y agronómica. Adicionalmente se realizaron cruzamientos de variedades locales de maíz con otros maíces de características deseables, utilizando inicialmente el método de retrocruza limitada y posteriormente selección masal, como parte de un proceso de mejoramiento participativo. Se realizaron análisis bromatológicos e isoenzimáticos a una colección crítica de materiales de maíz, frijol, calabaza y chile identificados por los agricultores como representativos de los principales grupos locales. Se analizaron relaciones estadísticas por diferentes métodos de análisis como componentes principales, conglomerados y correlación canónica. Para el contexto sociocultural de la diversidad cultivada, se entrevistaron a 68 familias de la comunidad de Yaxcabá, incluyendo a los miembros responsables de la unidad productiva (hombres y mujeres) mediante encuestas socioeconómicas que incluyeron aspectos de producción, distribución, elaboración y consumo de alimentos en base a maíz, frijol, calabaza y chile.

### **Resultados**

#### **Agroecología**

En el estado de Yucatán se siembran anualmente cerca de 160,000 hectáreas de maíz, de las que aproximadamente el 90% son establecidas bajo el sistema de roza, tumba y quema llamado milpa con una producción promedio de 780 kg por hectárea, esencialmente con variedades locales de maíz ya que el uso de las variedades mejoradas no rebasa el 10 % de la superficie sembrada. De un total de 12 variedades mejoradas, de 1965 a la fecha persisten cinco (Chávez *et al.*, 2000).

El análisis de las relaciones ambientales de la agricultura en la zona corroboran su dependencia de las condiciones orográficas y climáticas ya que la región está desprovista de elevaciones y carece de corrientes superficiales de agua, que junto con la naturaleza calcárea del suelo no permite la formación de cuencas para la captación de aguas pluviales. La posición geográfica ubica al Estado dentro del cinturón intertropical mundial caracterizado por lluvias de verano, vientos alisios, ciclones, tormentas tropicales y las corrientes de viento frío, "nortes". Todo esto hace que el suelo agrícola se presente en pequeños nichos de poca profundidad entre las afloraciones pedregosas de calizas.

En la región de Yaxcabá predomina el cultivo de diversas variedades locales de maíz (*Zea mays* L.), frijol conocido en lengua maya como *xcolibu'l* y *tsamá* (*Phaseolus vulgaris* L.), ibes (*P. lunatus* L.), calabaza de las especies *C. moschata* L. y *C. argyrosperma* L., y en menor grado *C. pepo* L., conocidas localmente como "Xnuc-kum", "Xtop" y "tzo", respectivamente. En chile se identificaron dos especies *C. annuum* L. y *C. chinense* Jacq. y una variante silvestre *C. annuum* var. *aviculare* (Dierb) D. & E.

<sup>1</sup> Milpa es un término utilizado en México para referirse a la parcela donde se cultiva uno o varios cultivos.

### Diversidad cultivada en Yaxcabá, Yucatán

Considerando que las interrelaciones hombre-planta están determinadas por las condiciones ecológicas, la cultura y los elementos productivos como las plantas en un espacio geográfico y temporal, los estudios etnobotánicos se han enfocado hacia el conocimiento de las relaciones del manejo humano de la diversidad cultivada desde una perspectiva de uso tradicional de los recursos.

Los agricultores clasifican a sus variedades de maíz, frijol, calabaza y chile considerando principalmente caracteres morfológicos apreciables mediante un nombre en lengua maya. Según Arias *et al.* (2000) los milperos reconocen quince variedades principales de maíz (*Zea mays* L.), relativas a las razas Tuxpeño, Dzit-bacal, *Xmejen-nal* (propuesta en esta investigación) y Nal-tel. En calabaza reconocen tres variantes principales pertenecientes a *C. moschata* L. y *C. argyrosperma* L.; seis variedades de frijol; dos *Phaseolus vulgaris* L. y cuatro *P. lunatus* L.; así como ocho tipos de chile identificados como *Capsicum annum* L. y *C. chinense* Jacq.

Argaez *et al.* (2002), encontraron que los campesinos de Yaxcabá emplean hasta 13 caracteres para distinguir y nombrar sus variedades de maíz y ocho para frijol; en ambos casos los caracteres de la semilla (tamaño) y el ciclo del cultivo fueron los de mayor importancia. Para chile y calabaza los caracteres de mayor peso fueron el tamaño y color del fruto. También se encontraron características de mayor preferencia como el sabor y la precocidad. Los resultados preliminares revelaron que los agricultores utilizan la lengua maya para nombrar sus variedades locales, mientras que a los materiales mejorados les llaman simplemente como híbridos.

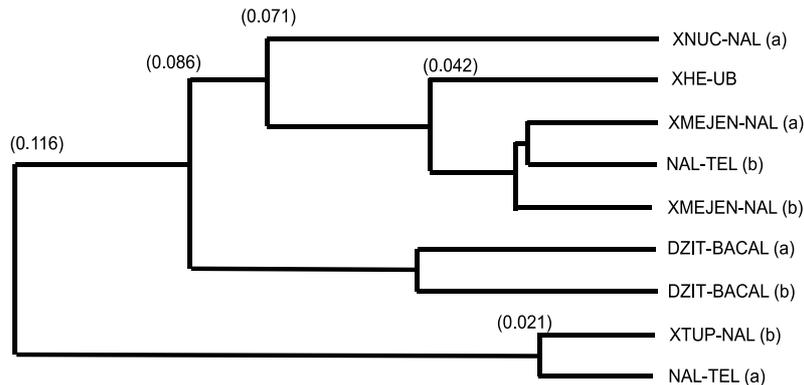
**Cuadro 1.** Maíces cultivados en milpas de Yaxcabá.

Poblaciones	Variante local reconocida (nombre maya)	Ciclo
Nal/tel	Amarillo ( <i>kan-nal</i> ) Blanco ( <i>sac-nal</i> )	7 semanas
<i>Xmejen-nal</i> (Nal-Tel x Tuxpeño)	Amarillo ( <i>kan-nal</i> ) Blanco ( <i>sac-nal</i> ) Amarillo ( <i>kan-nal</i> ) Blanco ( <i>sac-nal</i> )	2.0 meses 2.5 meses
Tsiit-bacal (=Dzit-bacal)	Amarillo ( <i>kan-nal</i> ) Blanco ( <i>sac-nal</i> )	3.5 meses
<i>Xnuk-nal</i> (Tuxpeño)	Amarillo ( <i>kan-nal</i> ) Blanco ( <i>sac-nal</i> ) Pix-cristo Xhe-ub Chac-chob Xgranada-nal Xwob-nal	4.0 meses

Los resultados de la caracterización agronómica de 184 poblaciones de maíz obtenidos por Camacho (2001), indican que la diversidad está determinada por el ciclo de cultivo y por las características de espiga, mazorca y grano. Se forman cuatro grandes grupos que concuerdan con la clasificación que utilizan tradicionalmente los agricultores para identificar sus maíces. Dentro de cada grupo se detectaron las poblaciones con potencial agronómico superior. Burgos *et al.* (2001) encontraron que los factores que influyen el rendimiento según el genotipo, son suelo (altamente pedregoso y ligeramente profundo) y fecha de siembra.

Los agricultores clasifican tradicionalmente a sus poblaciones de maíz, frijol, ibes, calabaza y chile con diferentes nombres, que hacen referencia a una clase morfológica distinta pero que no siempre corresponden a entidades genéticas distintas como es el caso del maíz. Sin embargo, esto es cierto en frijol e ib y quizá es producto de la estructura genética de las poblaciones y sus sistemas de reproducción. Con base en la exploración etnobotánica, la colección de

germoplasma y los ensayos de caracterización morfológica, se obtuvo una visión más precisa de los niveles de diversidad genética que se conserva en los campos de los productores. Por ejemplo, en maíz se reconocieron tres razas Nal-tel, Dzit-bacal y Tuxpeño de Yucatán, y algunos complejos poblacionales formados por la combinación de las características de dos o más razas. La raza de Nal-tel clásica cada vez es más escasa en los campos de los productores. Previo a la colecta, caracterización y evaluación de 184 poblaciones de maíz, se realizó una caracterización isoenzimática preliminar de nueve muestras, presentando una amplia diversidad genética entre los materiales colectados (Figura 1).



**Figura 1.** Agrupamiento de nueve poblaciones de maíz con base en las distancias genéticas de Nei y 18 loci isoenzimáticos; a. grano amarillo y b, grano blanco.

El frijol, según Cob (2002), se siembra asociado con maíz en la milpa e incluyen las especies locales comúnmente denominadas como *coli-buul* (*Phaseolus vulgaris* L.), *ibes* (*P. lunatus* L.) y *pelón* (*Vigna unguiculata* L.). El frijol asociado de mayor uso por los agricultores es *P. vulgaris* L. tardío, mientras que los precoces se siembran imbricados y en pequeñas áreas. La cuantificación de la diversidad fue a nivel de poblaciones homogéneas denominadas *Tzama* y *Xcoli-buul* dentro de *P. vulgaris* L., y en *P. lunatus* L. las poblaciones son diferenciadas por el color del grano: blanco, rojo y jaspeado (Cuadro 2). Además fue caracterizado y evaluado otro género similar en usos *Vigna unguiculata* L., conocido como *Xpelón*. En forma conjunta se evaluaron 42 poblaciones pertenecientes a las tres especies.

**Cuadro 2.** Tipos de frijol cultivado en milpas de Yaxcabá

Nombre científico	Nombre maya	Ciclo	Habito
<i>Vigna unguiculata</i> L.	<i>Xnuc-pelón</i>	4 meses	Enredador
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>Tsama</i>	4 meses	Enredador
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	<i>Xcoli-buul</i>	6 meses	Enredador
<i>Phaseolus lunatus</i> L.	<i>lb</i> o <i>ibes</i>	6 meses	Enredador

En calabaza, Canul *et al.* (2002), para explorar la variación intraespecífica o poblacional, caracterizaron 49 muestras de *C. moschata* L. y *C. argyrosperma* L., observándose amplia variación en la producción de semilla, ya que es el principal producto de consumo. Las variables de mayor valor descriptivo de las diferencias entre las especies son las estructuras reproductivas como caracteres de semilla y en menor grado las variables vegetativas. La diferencia entre especies se encuentran en hoja (forma borde, apariencia, color del moteado), fruto (forma, color y dureza de epidermis), semilla (tipo de margen, y peso con testa) y tallo (forma), y pubescencia; además de la longitud del androceo y los días a floración femenina. Los caracteres mencionados fueron determinantes para diferenciar las poblaciones en ambas especies. La nomenclatura local que designan los agricultores, también encuentra una alta concordancia

con los días a floración masculina o femenina y precocidad a la cosecha. Lo anterior define dos variantes principales por su ciclo de cultivo y tamaño de semilla; 'Xtop', *Cucurbita argyrosperma* L. de cuatro meses y 'nuk-kum', *Cucurbita moschata* L. de seis meses; así la más precoz corresponde a un tamaño de semilla más pequeño.

Latournerie *et al.* (2002), basados en la denominación de los agricultores, registraron que los chiles se clasifican en siete morfotipos; los primeros seis pertenecen a *Capsicum annuum* L. nominados como *Ya'ax ic*, *Xcat'ic*, *Cha'huá*, Dulce, Sucurre y *Maax* o *Maaxito*, este último *C. annuum* L. var. *aviculare* (Dierb) D. & E. Además, un morfotipo de *C. chinense* Jacq. conocido ampliamente como 'habanero'. A través de la clasificación campesina, se reconocen tres niveles de diversidad: entre y dentro de especies, y la diversidad dentro de los morfotipos o variedades criollas, aunque ellos los llamen simplemente como tipos. Los análisis de componentes principales, conglomerados y de discriminante determinaron que existe alta consistencia, en más de 80% de los casos, entre la denominación campesina de chiles y los diferentes grupos morfológicos, incluyendo ciertos complejos fenotípicos.

La conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos en campo de los agricultores es compleja y requiere de la participación multidisciplinaria. Existe alta relación entre los nombres mayas de las variedades criollas y las unidades de diversidad genética. Por lo anterior, se considera que los caracteres que utilizan los campesinos para distinguir sus materiales son determinantes en la conservación de las variedades locales.

### **Flujo de semilla**

Yucatán, como otras regiones de México, está marginada de las modernas variedades que distribuyen las casas comerciales debido a implicaciones de orden agronómico, económico y social. En respuesta, los productores han generado su propio sistema de abastecimiento informal de semillas, con escasas o nulas relaciones con los sistemas formales. El movimiento de semillas en la región de estudio es muy dinámico y obedece a la necesidad principal de producción de alimentos. El intercambio de la semilla tiene diversas fuentes locales y regionales. Así, Gómez *et al.* (2001) y Latournerie *et al.* (2002), encontraron en Yaxcabá que se siembra una diversidad de 37 variedades (locales) o poblaciones criollas, de las cuales 22 corresponden a maíz, ocho a frijol, tres a calabaza y cuatro a chiles. El 82% de las semillas de las variedades de maíz que los agricultores manejan son criollos; el 18% son poblaciones derivadas del mejoramiento institucional, pero ya tienen varios ciclos de acriollamiento en las milpas de los agricultores. Para frijol, el 94% es criollo y solamente el 6% es mejorado ('Jamapa'); para calabaza todas son criollas; y en chile el 90% son criollos y 10% mejorado ('habanero'). Los agricultores conservan sus materiales criollos a través del tiempo y los han adquirido e introducido por distintas vías como la compra, intercambio, regalo, préstamo y apropiación (robo). El intercambio (entrada y salida de la comunidad) de semillas de los cultivos de la milpa se da con mayor frecuencia dentro de la comunidad, principalmente vía familiares y con otros productores. Según Tuxill y Chávez (2002), las sequías y el paso de huracanes han obligado un intercambio que repone semillas perdidas a diferentes niveles dentro y fuera de la comunidad.

En relación a los sistemas de abastecimiento de semilla o germoplasma, Ix *et al.* (2002) observaron que los productores de la comunidad tienen materiales provenientes del sector formal de semillas a través de los programas de gobierno y de varias instituciones de investigación. Estas últimas han introducido semillas criollas o mejoradas de maíz, frijol y calabaza. También algunos productores han adquirido semillas directamente en tiendas agropecuarias y mercados locales de Mérida (ciudad más cercana, 120 km). La semilla mejorada que reciben los agricultores la conservan no más de uno o dos ciclos debido a que la pierden por sequías prolongadas, por depredadores o se dañan en el almacenamiento; hecho no común con las variedades locales.

Yupit *et al.* (2002) encontraron que el 60% de los agricultores de Yaxcabá almacenan la semilla de maíz en mazorca con "*holoch*" (cobertura de brácteas u hojas) en estructuras construidas de madera y guano (palma), llamadas localmente trojes o almacenes, y pueden estar ubicadas en la milpa (55%), en el solar (20%) o dentro de las casas; además, señalan que no le dan el mismo manejo a las variedades mejoradas. Todos los productores seleccionan su semilla cada ciclo; ésta puede seleccionarse durante la cosecha (20%) o en casa unos días antes de la siembra (80%). La semilla de frijol, calabaza y chile se guarda en costales (sacos de nylon) o en recipientes de plástico cerrados y la colocan en la cocina. Además, los productores protegen las semillas con cal (hidróxido de calcio), insecticidas o en lugares donde se impregnen del humo producido por sus cocinas, reportándose muy pocos insectos plaga que dañen las semillas almacenadas.

González *et al.* (2002a, b y c), con base en el análisis bromatológico preliminar de 13 muestras, señalan que a nivel macro (cenizas, lípidos y proteínas) las poblaciones de maíz cultivadas en la milpa no presentan diferencias significativas, pero no se descarta que no exista de acuerdo a los reportes de otros análisis. En el caso del frijol, el valor nutricional promedio de las colectas estudiadas es similar al de otras leguminosas, aunque su composición difiere en algunos constituyentes con significado para la dieta, como son las proteínas y algunos minerales. Las semillas de calabaza resultaron como alternativa para aportar nutrimentos a la dieta del yucateco, en especial grasa, proteína, potasio, magnesio, hierro y zinc. En algunas colectas se encontró alta variabilidad en algunas de las características bromatológicas evaluadas. El análisis detallado de las diferentes poblaciones cultivadas podrá ofrecer mayores elementos de juicio para definir las diferencias o similitudes de los materiales cultivados ya sea a nivel genético, en capsicinas (chile), aceites (en el caso de semillas de calabaza), antinutrientes (frijol e ib) o de aminoácidos en maíz, entre otros.

### **Social, cultural y económico**

Lo socioeconómico y cultural se relaciona íntimamente con los aspectos etnobotánicos. Sin embargo, para propósitos específicos de este proyecto fue conveniente desagregar por géneros los aspectos sociales, culturales y económicos que tienen relación directa con la conservación de recursos genéticos cultivados. Así mismo, conocer sus interrelaciones y efectos independientes, si los hay, sobre la conservación *in situ*.

Interian y Duch (2002), basados en los estudios de Pérez (1983), así como en Morales y Quiñones (2000), encuestaron a una muestra de 62 familias con actividades que giran en torno a la asociación de cultivos en la milpa y que integran una gran diversidad de actividades de carácter económico. En principio, los hogares encuestados fueron agricultores con variada actividad económica principal y estructurados en una clasificación socio-económica registrada por Duch *et al.* (1998) y reconocida por los mismos productores locales: a) los "milperos" o *Ko'ol Ka'ab* que manejan mayor diversidad y se dedican principalmente a la agricultura; b y c) dos estratos intermedios; y d) el grupo de "*comerciantes*" los cuales son los que manejan menos diversidad en sus terrenos de cultivo. Las principales actividades económicas encontradas fueron los "milperos" (91.2%), "comerciantes" (5.9%), albañiles (1.5%) y amas de casa (1.5%). Además, estas actividades son complementadas con el jornaleo (venta de mano de obra), la cría de aves de corral, la cría de cerdos, y el manejo de apiarios. Con respecto al manejo de los productos de la milpa, el 97% almacenan granos de maíz, frijol, calabaza o chile para autoconsumo familiar y, por otro lado, de todos los agricultores entrevistados el 86.8% comercializan algún excedente.

Los análisis univariados obtenidos por Lope (2002) sobre las aportaciones económicas de madres de familia de la misma muestra de Interian y Duch (2002), señalan que la mayor parte de los ingresos están destinados en primer lugar hacia necesidades humanas básicas (96.3%), en segundo, a inversión en el sistema de producción ó milpa y en tercer lugar, a inversión en capital humano. Se realizaron análisis bivariados, con pruebas de ji-cuadrada para probar las

relaciones de dependencia ó independencia entre los mencionados grupos de variables. Para las relaciones "destino del ingreso-idioma más hablado", "destino del ingreso-grupos por años de escolaridad" y "destino del ingreso-grupo socioeconómico", se encontró dependencia en cada caso. Hubo independencia entre el destino del ingreso y grupos de individuos cabeza de familia por edad.

Cázares *et al.* (2002) exploraron las relaciones entre la diversidad cultivada y sus procesos de elaboración de alimentos con base en una serie de entrevistas directas a las amas de casa del 10% de los hogares de la comunidad de Yaxcabá, Yucatán. En la entrevista se exploraron conceptos como la cantidad de platillos que se preparan con cada especie, así como la forma en que las combinan, las variedades que más les gustan, las características organolépticas que determinan su preferencia y la forma de consumo a lo largo del año. Se observó que las variedades más utilizadas son el maíz *Xnuk-nal* amarillo y blanco (*Zea mays* L., raza Tuxpeño de Yucatán) 58% del total de casos, el frijol *Xcoli-bu'ul* (*Phaseolus vulgaris* L., negro tardío) 78.3%, la calabaza *Xnuk-ku'um* (*Cucurbita moschata* L.) 91.7%, *Sac-ib* (*Phaseolus lunatus* L.) 86.7% y chile 'Habanero' (*Capsicum chinense* Jacq.) 98.3%. Entre las características organolépticas preferidas en los ingredientes están el color, el sabor y la textura. Se reconocieron más de 60 diferentes platillos en los que estas variedades son ingredientes importantes, así como las épocas preferidas para su consumo.

### **Mejoramiento participativo**

Los cultivos objeto de estudio presentan diferentes sistemas de polinización; por ejemplo, maíz y calabaza son especies alógamas (polinización cruzada) y contrariamente el frijol es una especie autógama, mientras que chile es considerada autógama, con altas tasas de polinización cruzada. Se hicieron trabajos de mejoramiento en maíz conjuntamente con los productores y la actividad principal fue la selección de la semilla para cada ciclo. Se implementó la retrocruza limitada y la selección masal *in situ* como métodos para mejorar las variedades de los productores en los lugares que se cultivan.

La experiencia generada en este esquema de investigación aporta elementos importantes en la conjunción de esfuerzos multidisciplinarios para entender y agregar valor a la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos cultivados. El enfoque participativo, es un elemento esencial en el entendimiento del conocimiento del agricultor, quien toma la decisión sobre las unidades de diversidad a conservar, llamadas comúnmente, materiales criollos. El mejoramiento por selección masal o retrocruza limitada en maíz son técnicas que pueden apoyar el mejoramiento que hacen los agricultores.

El productor conserva en su milpa diversidad de variedades locales de alto valor agronómico que son susceptibles de ser mejoradas mediante un procedimiento sistemático de selección de semillas. Como primer paso, se inició la documentación del sistema local de selección de semillas, y posteriormente, para el caso de maíz, se iniciaron los trabajos de mejoramiento participativo utilizando los métodos de selección masal *in situ* y la retrocruza limitada. Márquez (2002) desarrolló tres materiales retrocruzados de las razas Tuxpeño, *Nal-tel* y *Dzit-bacal* las cuales se trajeron a Yucatán. Se notó una tendencia de cobertura incompleta de mazorca y para compensar este efecto, los materiales avanzados se cruzaron de nuevo con la variedad original, sometiéndose de nuevo a selección de planta y, desde luego, para cobertura de mazorca.

Chávez *et al.* (2002) describen y analizan la implementación de la técnica de selección masal visual en la comunidad de Yaxcabá en un material de interés, así como los puntos críticos de la selección de semilla por los agricultores locales. Adicionalmente, se condujo un esquema de retrocruza limitada la que es más dependiente del mejorador pero con grandes expectativas para los productores.

## Conclusiones

Las actividades productivas de la familia “milpera” en torno a la conservación de variedades locales están asociadas con diferentes responsabilidades; las mujeres, principalmente en la elaboración de alimentos para el consumo, y en el caso de los hombres, en las prácticas agrícolas, donde las actividades y la participación son complementarias y definen los escenarios de toma de decisiones en la conservación *in situ*. Los agricultores clasifican sus variedades locales de maíz, frijol, calabaza y chile considerando caracteres fenológicos y morfológicos de planta designados en lengua maya.

Los agricultores reconocen quince variedades locales principales de maíz relativas a las razas Tuxpeño, *Dzit-bacal* y *Nal-tel*. En calabaza reconocen tres variedades criollas de *Cucurbita* spp.; dos *C. moschata* L. y una *C. argyrosperma* L.; seis variedades de frijol, dos *Phaseolus vulgaris* L. y cuatro *P. lunatus* L.; y siete variedades locales de chile de las que seis son *Capsicum annuum* L. y una es *C. chinense* Jacq. Los estudios agromorfológicos e isoenzimáticos practicados a estas variedades locales corroboran la correspondencia entre las variedades agronómicas y la percepción de los agricultores basados en su nomenclatura maya. Los análisis bromatológicos aportaron información sobre las características bioquímicas de interés nutricional humano. Adicionalmente, se recopiló información entre las mujeres campesinas (amas de casa) de las preferencias de variedades locales y recetas de los alimentos más frecuentes elaborados con maíz, frijol, calabaza y chile. En maíz se ensayaron las técnicas de selección masal y retrocruza limitada para el mejoramiento agronómico con resultados promisorios en términos productivos.

## Agradecimientos

Al Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo de Canadá por la donación de fondos para este proyecto y al Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos por su amplia asesoría técnica para implementar y desarrollar los trabajos del mismo. Así como a las siguientes instituciones nacionales; Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional U. Mérida, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto Tecnológico de Mérida, Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2-SEP, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados e Instituto de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias. Especialmente al Ejido de Yaxcabá, México por las facilidades, y a todas las personas que hicieron importantes aportaciones, en diferentes formas, al trabajo desarrollado.

## Referencias

- Arias R., L.M., J.L. Chavez, V. Cob, L. Burgos, and J. Canul. 2000. Agromorphological characters and farmer perceptions: data collection and analysis, Mexico. Pp:95-100 *In*: Jarvis, D., B. Sthapit and L. Sears (eds.), Conservation agricultural biodiversity *in situ*: A scientific basis for sustainable agriculture. International Plant Genetic Resource Institute. Rome, Italy.
- Arias R., L.M., J.L. Chávez, L. Latournerie, D. Jarvis, D. Williams, D. Lope Alzina, V. Interian Ku, E. Sauri, M. González, J.V. Cob, L. A. Burgos, J. Canul, y M.E. Guadarrama. 2002. Avances en el análisis de la biodiversidad de los cultivos de la milpa en Yucatán. *In*: Resúmenes del XIX Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. 1-5 de octubre de 2002. Saltillo, México. SOMEFI. Chapingo, México.
- Argáez, O., L. Latournerie, L. Arias y J. Chávez. 2002. Caracteres utilizados por los agricultores para distinguir y nombrar sus variedades de los cultivos de la milpa. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

- Burgos-May, L. A., J. L. Chávez-Servia, R. Ortega Paczka, J. Ortiz-Cereceres, J. Canul-Ku, J. V. Cob-Uicab y L. M. Arias-Reyes. 2000. Variabilidad morfológica en una muestra amplia de maíces criollos de la Península de Yucatán. p. 110 *In*: Zavala G., F., R. Ortega P., J. A. Mejía C., I. Benítez R. y H. Guillen A. (eds) Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. SOMEFI. Chapingo, México.
- Camacho, T.C. 2002. Diversidad morfológica de colectas regionales de maíz en la región centro de Yucatán, México. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Canul-Ku, J., J. L. Chávez-Servia, L. A. Burgos-May, J. Cob-Uicab, y L. M. Arias-Reyes. 2000. Diversidad morfológica de calabazas de la región de Yaxcabá, Yucatán. p. 258 *In*: Zavala G., F., R. Ortega P., J. A. Mejía C., I. Benítez R. y H. Guillén A. (eds), Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. SOMEFI. Chapingo, México.
- Cázares Sánchez E., V. M. Interian Ku, J. L. Chávez Servia y P. Ramírez Vallejo. 2002. Usos del maíz en una comunidad maya en Yaxcabá, Yucatán. *In*: Resúmenes del XIX Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. 1-5 de octubre de 2002. Saltillo, México. SOMEFI. Chapingo, México.
- Chávez-Servia, J.L., T.C. Camacho, J.V. Cob, J. Canul, L.A. Burgos, y L.M. Arias. 2000. Diversidad morfológica en maíces de la región de Yaxcabá, Yucatán. p. 108. *In*: Zavala G.F., R. Ortega P., J. A. Mejía C., I. Benítez R. y H. Guillen A. (eds), Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. SOMEFI. Chapingo México.
- Chávez-Servia, J. L., J. Canul, J.V. Cob, L.A. Burgos, F. Márquez, J. Rodríguez, L.M. Arias, D.E. Williams y D. I. Jarvis. 2000. Mejoramiento participativo con maíz en un proyecto de conservación *in situ* en Yucatán, México. *In*: Memoras del Simposio Internacional y Talleres sobre Fitomejoramiento Participativo (FMP) en América Latina y el Caribe: Un Intercambio de Experiencias. Agosto 31-septiembre 3, 1999. Quito, Ecuador. Programa Global de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional-Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Chávez-Servia, J.L., J. Canul, L.A. Burgos y F. Márquez. 2002. Beneficios potenciales del mejoramiento participativo de maíz en el sistema roza-tumba-quema de Yucatán, México. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Cob, J. 2002. Evaluación de germoplasma de frijol xcoli-buul (*Phaseolus vulgaris*) e ib (*Phaseolus lunatus*) en el ejido de Yaxcabá, Yucatán. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del simposio: manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Duch, J., Q. López, M. Valdivia y B. Barthas. 1998. La agricultura milpera tradicional y su organización comunitaria en la porción central del estado de Yucatán. *Revista Geografía Agrícola (México)* 26:67-97.
- Gómez, M., L. Latournerie, J. Chávez y L. Arias. 2001. Intercambio de semillas de maíz, frijol, calabaza y chile entre agricultores de una comunidad de Yucatán. *In*: Resúmenes del XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario, 19-21 noviembre. Conkal, Yucatán, México.
- González M., E. Sauri, L. Arias, L. Latournerie y J.L. Chávez. 2002a. Principales características de interés nutricional de los principales tipos de maíz cultivados en Yucatán. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

- González M., E. Sauri, L. Arias, L. Latournerie y J.L. Chávez. 2002b. Principales características de interés nutricional de los principales tipos de frijoles cultivados en Yucatán. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- González, M., E. Sauri, L. Arias, L. Latournerie y J.L. Chávez. 2002c. Principales características de interés nutricional de semillas de calabaza cultivadas en Yucatán. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Interian V. y J. Duch. 2002. Asociación de la diversidad genética de los cultivos de la milpa con los sistemas agrícolas y factores socio-económicos en una comunidad agrícola de Yucatán. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Ix J., L. Latournerie, L. Arias y J. Chávez. 2002. El sistema formal de abastecimiento de semilla en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Jarvis, D.I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A.H.D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit and T. Hodgkin. 2000. A Training guide for *In Situ* Conservation On Farm. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Latournerie-Moreno, L., J.L. Chávez-Servia, L. M. Arias-Reyes, J. Canul, V. Cob y L. Burgos. 2000. Manejo de la biodiversidad genética de chiles regionales en Yaxcabá, Yucatán. *In*: Resúmenes del X Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo, Instituto Tecnológico Agropecuario (ITA) 6-9 octubre 1999. Oaxaca, México.
- Latournerie Moreno, L., J. Ku Eb y B. San Germán. 2002. Caracterización morfológica de 121 poblaciones de chile regional (*C. annuum* y *C. chinense*) en Yucatán. *In*: Resúmenes del XIX Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. 1-5 de octubre de 2002. Saltillo, México. SOMEFI. Chapingo, México.
- Lope A., D. 2002. Participación de la mujer maya rural en la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad de maíz, frijol, calabaza y chile cultivada en la milpa de Yaxcabá, Yucatán, México. Documento de trabajo, CINESTAV-IPGRI- IDRC. Mérida, Yucatán.
- Márquez, F. 2002. Mejoramiento de tres razas de maíz para la Península de Yucatán bajo retrocruza limitada. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Morales V., C. and T. Quiñones. 2000. Socioeconomic data collection and analysis, Mexico. Pp:9-50 *In*: Jarvis D., B. Sthapit and L. Sears (eds.), *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A scientific basis for sustainable agriculture*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Pérez, M. 1983. Cambios en la organización social y familiar de la producción agrícola en el ejido de Yaxcabá, Yuc. Tesis Lic. en Antrop. Escuela Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. 304 pp.
- Yupit, E., L. Latournerie, L. Arias y J.L. Chávez. 2002. Sistemas de almacenamiento de las semillas de los cultivos de la milpa y sus plagas en Yaxcabá, Yucatán. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero del 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

Tuxill, J. y J.L. Chávez-Servia. 2002. Efectos de una sequía regional sobre producción agrícola y flujo de semillas de maíz, frijol y calabaza en Yaxcabá, Yucatán. *In*: Resúmenes del XIX Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas. 1-5 de octubre del 2002. Saltillo, México. SOMEFI. Chapingo, México.

## Diversidad morfológica del maíz criollo de la región centro de Yucatán, México

Tania Carolina Camacho Villa<sup>1</sup> y Jose Luis Chavéz Servia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dirección General de Planeación y Evaluación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, D.F. ([tccvilla@yahoo.com.mx](mailto:tccvilla@yahoo.com.mx)).

<sup>2</sup>Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) C/o CIAT, A.A.6713 Cali, Colombia ([j.l.chavez@cgiar.org](mailto:j.l.chavez@cgiar.org))

### Summary

**Morphological diversity of maize landraces of the central region of Yucatan, Mexico.** Phenotypic diversity and classification of traditional landraces of the east-central region of Yucatan, Mexico was studied through characterization of 182 samples collected in four municipalities. Measured diversity was based on the racial classification of Wellhausen and collaborators, the naming of local varieties by farmers, and the population dynamic on farm. For each sample, sown under a simple lattice experiment on-farm, twenty-six morphological and physiological variables were evaluated. There were significant differences among samples for all recorded traits, except weight/volume ratio of 100 kernels. Through principal components analysis by variance-covariance matrix, twelve plant, ear, kernel and tassel characters were identified as having the greatest explanatory value of phenotypic variation. The results obtained indicate that the diversity is determined first by days to silking or pollen shed, and subsequently by the ratio of plant height/total number of leaves, and tassel characteristics (length, central spike length, lateral and central internode length, number of branches), ear (length, number of rows, and kernels/row) and kernel (ratio of thickness/length). Cluster analysis and hierarchical grouping were important to understand the patterns of morphological diversity, ranging from early (55 day) to late (89 day) time to silking. Precocity is a key element for farmers' variety classification, as expressed in Maya nomenclature, thus 'Nal t'eel' means earlier (literally, rooster maize) and 'Xnuuk nal' later. Farmers continue to maintain the pre-Columbian races Nal-tel and Dzit Bacal, 'Xnuuk nal' hypothesized as belonging to Tuxpeño, and one group of samples of intermediate cycle known as 'Xmejen nal'. In addition, one group of crop populations called "Acriollados" (creolized varieties) was distinguished as result of the selection and probable recombination of old improved varieties. Farmers' variety names do not always correspond morphologically exactly with the synonym of the respective race. In total eight different groups were partitioned through their morphological and physiological traits.

**Keywords:** Landraces, local knowledge, maize races, on-farm conservation, phenotypic diversity, Yucatan.

### Introducción

El maíz representa la tradición cultural, alimentaria, económica y social de México, y en particular de Yucatán donde la civilización Maya alcanzó su esplendor. El legado cultural de las civilizaciones precolombinas de Mesoamerica, entre ellas la Maya, esta representado en las características de los grupos indígenas actuales y en su racionalidad para el uso de los recursos naturales, evidencias del traslape geografico ente la riqueza biológica y la diversidad cultural (Toledo *et al.*, 2001). En esta región, el maíz, desempeña una funcion social muy importante por los altos niveles de consumo; por ejemplo, en Yucatán se producen aproximadamente 160,000 ton por año (SIACON, 2002) y es insuficiente para la demanda del Estado. El asilamiento geográfico de los grupos influyó, en parte, en las divergencias físicas humanas, lingüísticas y

también en la cultura del aprovechamiento del maíz; éstos grupos han mantenido, para su uso, diferentes razas de maíz (Benz, 1986). En este contexto, la milpa, espacio agrodiverso, es un sistema de producción en policultivo (maíz, frijol y calabaza) en donde se siembra diferentes variedades locales en diversos arreglos topológicos (Pérez, 1981; Terán y Rasmussen, 1994).

La descripción y clasificación de la diversidad de maíz en México tiene como base los trabajos de Anderson (1946) quien aplicó el concepto de raza para describir las variantes de la Mesa Central a las que llamó como "mexican pyramidal", y a las del Bajío como "mexican narrow ear". Wellhausen *et al.* (1951), hicieron también importantes aportaciones al clasificar la variabilidad de maíz en 25 razas, 3 subrazas y 7 razas no bien definidas; a partir de entonces, se han descrito hasta 59 razas (Cervantes *et al.*, 1978; Hernández y Alanis, 1970; Doebley *et al.*, 1985; Hernández, 1986; Ortega *et al.*, 1991; Sánchez, 1993; Sánchez *et al.*, 2000). La clasificación en razas es cerrada en el sentido de que toda la variabilidad de maíz corresponde a la variación dentro de una raza. Además, tiene la particularidad de que las poblaciones o individuos que la componen comparten un grupo de genes específicos, poseen una adaptabilidad a nichos y usos específicos (Anderson y Cutler; 1942; Goodman y Brown, 1988).

En Yucatán, Wellhausen *et al.* (1951) identificaron la raza Nal-Tel y una subraza que denominaron como Dzit-Bacal. Posteriormente Cárdenas (1997) indica que además de estos dos grupos raciales, están presentes las razas Olotillo, Tepecintle y Zapalote Chico. En esta región, como en otras de México, los agricultores cultivan variedades locales o criollas de maíz en forma tradicional, intercambian semilla y generan nueva variabilidad (Louette y Smale, 2000). Los agricultores mayas de Yucatán explotan la variabilidad de maíz que generan y preservan en sus parcelas de cultivo bajo su racionalidad y con la asignación de diferentes nombres locales (Pérez, 1981; Terán y Rasmussen, 1994).

Los trabajos preliminares desarrollados por Arias *et al.* (1999) en la región centro oriente de Yucatán confirmaron la presencia de las razas descritas por Wellhausen *et al.* (1951), pero además observaron una gran variabilidad morfológica dentro de las razas y la presencia de combinaciones intermedias. La racionalidad de los agricultores mayas por cultivar una gran diversidad de variedades locales obedece en parte a sus principios culturales y a la necesidad de satisfacer los requerimientos de alimento y por la venta, obtener recursos económicos. En objetivo para éste trabajo fue describir y clasificar la diversidad morfológica de maíz cultivado en la región centro oriente de Yucatán, México tomando como eje el municipio de Yaxcaba, y aportar información sobre la dinámica poblacional de las variedades locales.

## ***Materiales y métodos***

### **Material genético y caracterización**

Las muestras de maíz utilizadas en el estudio fueron producto de una colecta realizada, durante 1999, en los municipios de Yaxcaba, Cantamayec, Dzitas y Opichen, Yucatán. En total se incluyeron 182 muestras donadas por los agricultores, la mayor parte (86.3%) del municipio de Yaxcaba de las comunidades de Yodzonot, Canakom, Libre Unión, Santa María, Tahdzibichén, Tiholop y Yaxcaba (cabeza de municipio). Las colectas de Nuevo Tecoch y Opichen municipio de Opichen; Xocempich, Dzitas; y Cantamayec y Cholul, Cantamayec integraron el 13.7%. A las muestras de las variedades locales les fueron asignados los nombres proporcionados por el agricultor donante. Así, la clasificación campesina en lengua maya, en grupos varietales, fue 'Nal t'eel', 'Xmejen nal', 'T'siit bakal', 'Xnuuk nal' y aunque no en lengua maya, se integró otro grupo al que se llamó 'Acriollados' o materiales que el agricultor conserva y designa como híbridos o variedades pero que fueron introducidos hace más de cinco años, algunos hace 20 años, pero que selecciona cada año y siembra cerca de sus variedades locales. Los nombres mayas de las variedades locales fueron escritos de acuerdo con el diccionario maya de Bastarrachea *et al.* (1992).

En el verano de 1999, se realizó la siembra de la manera tradicional, una vez que se inició el periodo de lluvias, en terrenos ligeramente profundos. Las 182 muestras colectadas fueron distribuidas en el terreno de un agricultor de Yaxcaba, , distribuidas bajo un diseño de latice rectangular simple con dos repeticiones para disminuir el efecto ambiental en la caracterización.

La caracterización morfológica se realizó utilizando los descriptores para maíz del IBPGR (1991). Para la definir las variables a evaluar se utilizó como referencia los trabajos de Sánchez y Goodman (1992), Sánchez *et al.* (1993), Herrera (1999) y Herrera *et al.* (2000). Así en cada muestra se evaluaron caracteres fisiológicos (días a emisión de polen y exposición de estigmas), vegetativos de planta (altura de planta y mazorca, número de hojas arriba y debajo de la mazorca), de espiga o panícula (longitud total, de pedúnculo, de la parte ramificada, de la rama central, del internudo de la rama central y del internudo de la rama lateral, y número de ramas), de mazorca (forma, longitud, diámetro, número de hileras, número de granos por hilera, diámetro de olote, ráquis y medula, y color de olote) y grano (longitud, ancho, grosor, forma, tipo y textura, color, peso y volumen de 100 granos).

### **Análisis estadístico**

Se realizó una análisis de varianza para cada carácter evaluado mediante el modelo lineal de latice rectangular simple, y a la información proveniente de la descripción de las muestras se le practicó un análisis de componente principales utilizando la matriz de varianzas y covarianzas mediante el procedimiento PRINCOMP del paquete estadístico SAS (2000). Para determinar las variables de mayor poder descriptivo de la variabilidad presente en las muestras se utilizó el método propuesto por McCabe (1984) y consistió en seleccionar aquellas variables que maximizaron la varianza de la matriz de covarianzas sin perder variabilidad. De esta manera, después de discriminar las variables de aportación no significativa, se realizó el segundo análisis de componentes principales con las variables seleccionadas de mayor poder descriptivo el cual se presenta en los resultados.

Con las variables seleccionadas de mayor valor descriptivo se procedió a realizar un análisis de conglomerados (cluster) y el agrupamiento para el dendrograma se realizó con el método de Ward (SAS, 2000). La determinación del punto de corte en el dendrograma se baso en la significancia de la pseudo F y el coeficiente de determinación ( $r^2 = 0.84$ ).

## **Resultados y discusión**

### **Descripción morfológica**

Los resultados del análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas para todos los caracteres excepto para la relación peso/volumen de 100 granos. Los promedios fenotípicos, mínimo, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación se reportan en el Cuadro 1. Los mayores valores en el coeficiente variación y la desviación estándar se estimaron en los caracteres altura (total y de mazorca), número de hojas (totales y arriba de la mazorca), y en general en los caracteres reproductivos de espiga y mazorca. Todo esto indica que los agricultores de Yucatán manejan una gran variabilidad morfológica en sus variedades locales. Un ejemplo de ello son los rangos de variación observados en días a emisión de polen y exposición de estigmas, de 33 y 34, respectivamente. Esto indica que existen variedades locales que fisiológicamente tienen nula o baja posibilidad de intercambiar genes a través del flujo de polen; aunque, se siembren juntas en espacio. Estas tendencias también se han reportado en otras regiones de México, al valorar la diversidad interpoblacional de maíz; por ejemplo, el caso de la raza Chalqueño reportado por Herrera *et al.* (2000) y el de las razas Celaya y Cónico Norteño descrito por Aguirre *et al.* (2000).

**Cuadro 1.** Estadísticas descriptivas de las variables evaluadas durante la caracterización morfológica de 182 muestras de variedades locales de maíz

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estandar	CV <sup>1</sup> (%)
<b>I. Fisiológicas y de planta</b>					
Días a emisión de polen	76.15	53.00	86.00	8.09	0.62
Días a exposición de estigmas	78.58	55.00	89.00	8.23	0.47
Altura de la planta (m)	2.89	143.25	343.88	40.67	4.07
Altura de la mazorca (m)	2.02	76.00	246.50	38.47	9.07
Hojas debajo de la mazorca	1.47	1.32	2.22	0.13	9.02
Hojas arriba de la mazorca	12.33	7.00	15.00	2.22	7.99
Hojas totales	18.66	12.00	22.00	2.45	3.14
Altura de la planta/hojas totales (cm/hoja)	15.57	12.18	17.66	0.74	4.77
<b>II. Espiga</b>					
Longitud total (cm)	58.05	34.49	66.25	5.63	9.69
Longitud del pedúnculo (cm)	19.99	5.66	27.06	4.95	4.76
Longitud de la parte ramificada (cm)	15.83	6.37	19.81	1.94	2.26
Longitud de la rama central (cm)	22.36	17.98	31.06	2.46	0.99
Long. del internudo de la rama central (cm)	5.07	3.64	6.81	0.58	11.37
Long. del internudo de la rama lateral (cm)	6.18	4.78	7.63	0.57	9.21
Número de ramas	29.78	14.00	39.00	5.29	17.76
Long. del pedúnculo/long. espiga (cm)	0.34	0.15	0.45	0.07	20.45
Long. parte ramificada/ long. espiga (cm)	0.27	0.17	0.36	0.03	9.43
Long. rama centra/ long. panícula (cm)	0.39	0.30	0.65	0.07	17.89
<b>III. Mazorca</b>					
Longitud (cm)	13.94	7.87	18.21	1.61	11.54
Diámetro (cm)	4.14	3.25	4.96	0.29	7.03
Número de hileras	11.81	8.00	15.00	1.36	11.49
Número de granos por hilera	37.63	21.00	52.00	6.00	15.95
Diámetro de olote <sup>b</sup> (cm)	2.31	1.37	3.18	0.25	10.80
Diámetro del ráquis (cm)	0.64	0.29	0.95	0.12	18.27
Diámetro de la médula (cm)	1.14	0.57	1.72	0.20	17.28
Diámetro de olote/diám. de mazorca (cm)	0.56	0.42	0.69	0.05	8.27
Diámetro/ long. de mazorca (cm)	0.31	0.21	0.45	0.04	13.48
Diámetro de olote/long. mazorca (cm)	0.17	0.09	0.29	0.03	19.21
<b>IV. Grano</b>					
Longitud (cm)	1.19	0.96	1.35	0.08	7.05
Ancho (cm)	0.89	0.70	1.06	0.06	7.19
Grosor (cm)	0.38	0.31	0.46	0.03	6.97
Peso de 100 granos (g)	0.75	0.59	0.91	0.05	6.93
Volúmen de 100 granos (ml)	0.32	0.25	0.46	0.04	2.68
Ancho/longitud (cm)	0.43	0.35	0.57	0.05	1.07
Grosor/longitud	31.08	22.45	40.35	3.61	1.62
Grosor/ancho	40.34	27.00	54.50	5.53	3.72
Peso/volúmen (g/ml) de 100 granos	0.78	0.67	0.97	0.03	4.33

<sup>a</sup>CV, Coeficiente de variación; <sup>b</sup>Olote, termino regional para definir a la estructura donde se inserta los granos.

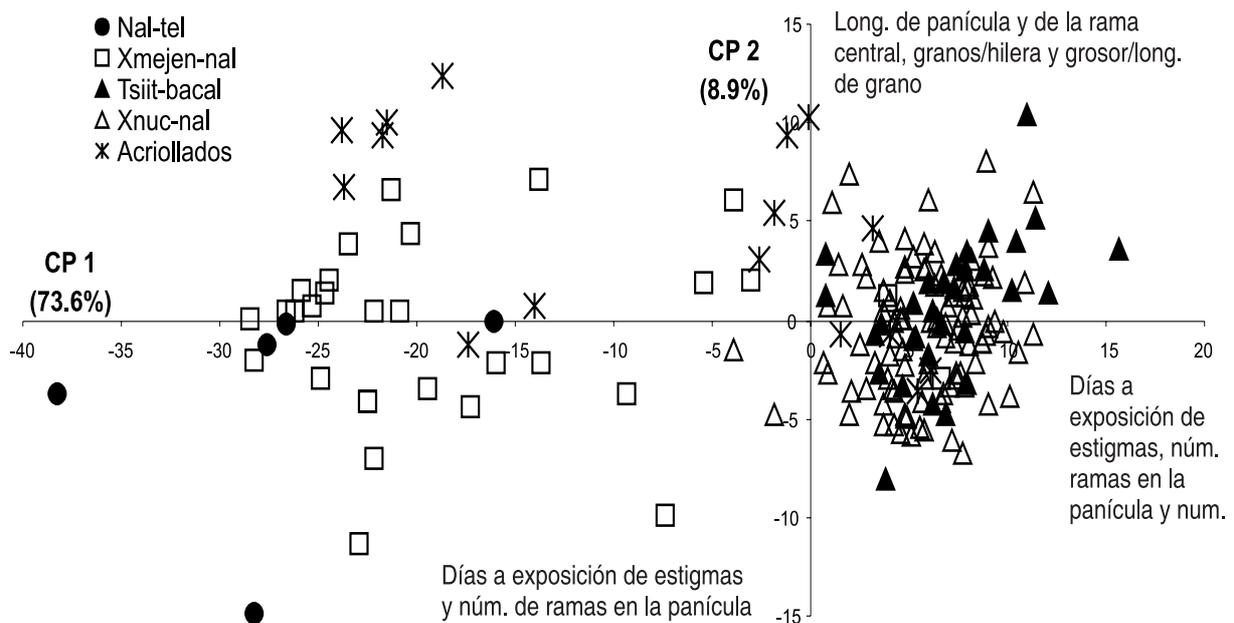
La descripción de la variabilidad fenotípica morfológica a partir del análisis de componentes principales constata que existe una diversidad de poblaciones de maíz dentro de los grupos locales. Los primeros dos componentes principales explicaron el 82.5% de la variabilidad morfológica a partir de 11 caracteres de planta, espiga, mazorca y grano. En los dos primeros componentes los días a la exposición de los estigmas y longitud de la panícula fueron determinantes. La diferencia radicó en que para el primer componente principal las variables de mayor influencia fueron número de ramas y número de granos por hilera, y para el segundo fue la longitud de la rama central y número de ramas de la espiga, número de granos por hilera en la mazorca y la relación grosor/longitud de grano (Cuadro 1).

Los caracteres morfo-fisiológicos seleccionados en el análisis de componentes principales, como los de mayor valor discriminatorio de la diversidad, coinciden con los reportados por Sánchez *et al.* (1993) para describir las diferencias entre las razas mexicanas de maíz, y con los seleccionados por Herrera *et al.* (2000) para discriminar diferentes poblaciones nativas de maíz dentro de la raza Chalqueño. Además de ciertas similitudes en las variables seleccionadas con otros trabajos, se infiere que son caracteres estables, sin alterarse por el ambiente, y útiles para la clasificación morfológica de las variedades locales de Yucatán.

**Cuador 2.** Valores y vectores propios del análisis de componentes principales (CP) que describen la variación morfológica de 182 muestras de poblaciones nativas de maíz.

Características	CP 1	CP 2	CP 3
Valor propio	138.4	16.7	12.5
Varianza explicada (%)	73.6	8.9	6.7
Varianza acumulada (%)	73.6	82.5	89.1
<i>Vectores propios de las variables morfológicas</i>			
Días a exposición de estigmas	0.675	-0.283	0.128
Altura de la planta/número de hojas totales	0.016	0.029	0.005
Longitud de la espiga o panícula (cm)	0.392	0.640	0.345
Longitud de la rama central (cm)	-0.111	0.405	0.095
Longitud del internudo de la rama central (cm)	-0.023	0.017	0.007
Longitud del internudo de la rama lateral (cm)	-0.024	0.041	0.019
Número de ramas	0.371	-0.469	0.228
Longitud de la mazorca (cm)	0.112	0.108	-0.100
Número de hileras en la mazorca	-0.080	-0.002	0.101
Número de granos por hilera	0.440	0.252	-0.783
Grosor/longitud de grano	0.165	0.221	0.413

En la Figura 1 se representa la variabilidad fenotípica morfológica de las muestras caracterizadas. Se observa un continuo morfológico que inicia desde los materiales precoces a los tardíos; es decir, desde los del grupo 'Nal t'eel' a 'T'siit bakal' o 'Xnuuk nal'. Entre estos los grupos extremos se encuentra el intermedio 'Xmejen nal' y los denominados como 'Acriollados'. En el lado derecho de la Figura 1 se presenta un complejo integrado por 'T'siit-bacal' y 'Xnuuk nal'.



**Figura 1.** Descripción de la variabilidad agromorfológica de los grupos de variedades locales de maíz en función de los dos primeros componentes principales (CP).

### Clasificación de la variación morfológica fenotípica

Después de la clasificación en razas de la diversidad del maíz de Yucatán realizada por Wellhausen *et al.* (1951), son pocos los trabajos orientados a determinar la dinámica de las poblaciones locales. En este trabajo se aportan elementos actualizados de la reciente de variabilidad agromorfológica que manejan los agricultores en sus parcelas de cultivo. Así, en el análisis de conglomerados (seudo  $F=22.0$  y  $r^2=0.84$ ) se identificaron ocho grupos contrastantes en sus características morfológicas (Figura 2).

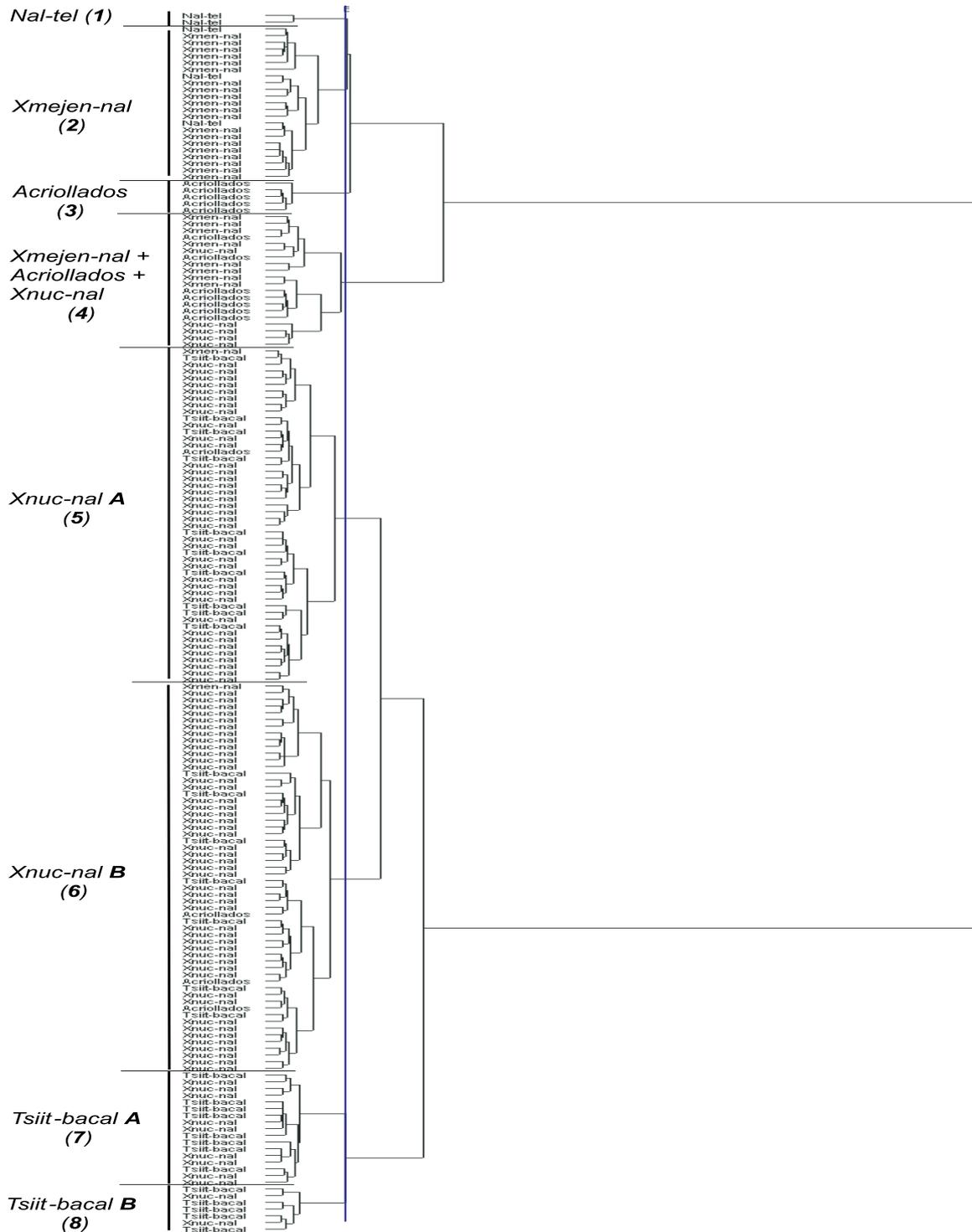


Figura 2. Dendrograma de 182 muestras de variedades locales, basado en once variables morfológicas

De acuerdo con la Figura 2 la clasificación fenotípica de las muestras caracterizadas se agruparon en ocho grupos significativamente diferentes, descritos a continuación. Es oportuno mencionar que en lengua maya la palabra “nal” se entiende como maíz o mazorca de maíz, y los colores de grano mas usuales son “K’aan” (amarillo), “Sak” (blanco) y “Chak” (rojo), entre otros (Bastarrachea *et al.*, 1992).

**Grupo 1 ‘Nal t’eel’ o materiales muy precoces**

El grupo se integra por los materiales más precoces (62 días a la exposición de estigmas en promedio) dentro de todas las muestras evaluadas. Generalmente son materiales que requieren cierto manejo diferente y con mayor cuidado en su cultivo, ocasionado, en parte, por su precocidad y son los primeros en llegar a la madurez fisiológica, por lo que son atacados por los pájaros y mamíferos que viven cerca de los campos de cultivo. Son de baja frecuencia en las comunidades y requieren de menor humedad para llegar a su producción en comparación con los materiales intermedios y tardíos. Se considera como una excelente opción para satisfacer la demanda de alimentos de los agricultores, cuando requieren obtener maíz para autoconsumo y aun no se alcanza la madurez en los otros materiales o bien porque la reserva del ciclo anterior se ha agotado.

Entre las características sobresalientes del grupo se encuentra, en comparación con los otros grupos, la precocidad, menor altura de planta (1.5 m), mazorcas pequeñas (8.5 cm de largo) de 12 hileras y por lo tanto bajo número de granos por hilera (22). Además, tiene los menores valores en tamaño de la espiga o panoja, en longitud y número de ramas, que en los otros grupos (Figura 2 y Cuadro 3). Las muestras evaluadas fueron identificadas por los agricultores donantes como ‘Nal t’eel’, ‘K’aay t’eel’ o de ‘Siete semanas’ al estado de grano masoso lechoso, y por sus características tienen una alta similitud con la descripción que hizo Wellhausen *et al.* (1951) para las muestras Yuc. 7 y 148 que llamaron como raza Nal-Tel. En este punto cabe señalar que si la afirmación anterior es correcta entonces debe constatarse que la primera clasificación fue asignada por el agricultores y los científicos únicamente la han confirmado (Wellhausen *et al.*, 1951; Cervantes *et al.*, 1978; Doebley *et al.*, 1985; Ortega *et al.*, 1991; Sánchez y Goodman, 1992; Sánchez *et al.*, 1993; Sánchez *et al.*, 2000).

**Cuadro 3.** Descripción morfológica promedio de los grupos clasificados en el dendrograma

variables	Número de grupo en el dendrograma							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Días a exposición de estigmas	61.5	63.0	64.0	73.6	83.4	82.4	84.0	82.9
Altura de la planta (m)	1.53	2.16	2.24	2.75	3.03	3.14	3.09	3.07
Número de hojas totales	12.5	14.0	14.8	17.3	20.0	19.7	20.2	19.6
Altura/hojas totales	12.2	15.4	15.1	15.9	15.2	16.0	15.3	15.8
Long. de panícula (cm)	36.1	49.5	55.2	57.2	58.6	60.5	62.8	62.1
Long. rama central (cm)	21.5	25.3	28.4	22.7	20.7	21.6	23.2	22.0
Long. internudo de la rama central (cm)	5.9	5.4	5.8	5.7	5.0	5.1	4.0	4.9
Long. internudo de la rama lateral (cm)	5.7	6.7	6.9	6.8	5.94	6.2	5.3	5.9
Número de ramas	17.0	22.0	18.2	28.1	32.5	31.9	32.8	29.7
Longitud de la mazorca (cm)	8.5	11.0	14.0	13.5	14.4	14.6	14.7	16.1
Núm. hileras/mazorca	12.0	14.0	13.0	12.5	11.6	11.3	10.8	9.1
Núm. granos por hilera	21.5	27.7	33.2	34.9	39.7	39.2	41.0	50.0
Long. Grano (cm)	1.02	1.03	1.11	1.17	1.22	1.22	1.24	1.20
Grosor de grano (cm)	0.42	0.39	0.42	0.39	0.36	0.37	0.36	0.33
Grosor/long. grano	26.90	25.78	31.79	31.10	31.03	33.43	31.71	28.74

**Grupo 2 ‘Xmejen nal’ o de ciclo precoz a intermedio**

La forma de la mazorca tiende a cónica. A este grupo de materiales el agricultor los conoce como ‘Xt’uup nal’, ‘Xmejen nal’ o simplemente ‘Intermedios’. En características de grano, mazorca y planta son intermedios entre los denominados como ‘Nal t’eel’ y ‘Xnuuk nal’ o entre ‘Nal t’eel’

y 'T'siit bakal'. No obstante, este grupo posee características diferenciales para postularse como un grupo independiente. Es precoz (65 días a la exposición de estigmas), con 2.16 m en altura de planta, 49.5 cm de longitud de panícula y un promedio de 25.3 cm de longitud en la rama centra de la espiga. El agricultor de Yucatán los siembra tanto en suelos pedregosos como ligeramente profundo porque, según sus propias palabras, "rinden bien". En este grupo también se agrupan tres materiales que el agricultor llamó como 'Nal t'eel'; no obstante, corresponden, de acuerdo con la caracterización, al grupo de intermedios o 'Xmejen nal'.

#### Grupo 3 Acriollados o variedades mejoradas antiguas en manos del agricultor

Este grupo se integra exclusivamente con las variedades introducidas y que fueron producidas en los campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) hace más de una década. Durante la colecta de las muestras, los agricultores mencionaron que a través de los programas gubernamentales les entregaron las variedades V-536, V-528, V-527 o algunos no identificados que sólo los reconocen como híbridos. La agrupación de estas muestras obedece, en parte, a que fueron originados a partir de una mezcla de muestras provenientes de una colecta regional de Yucatán tipo 'Xmejen nal y 'Xnuuk nal' (Márquez, 1992), y por la recombinación con las variedades del agricultor.

Estas variedades 'Acriolladas' que se ubican dentro de los materiales precoces, se diferencian del grupo 1 y 2 por tener mayores valores de longitud total de la panícula (55.2 cm) y de la rama central, longitud de la mazorca y en la relación grosor por longitud de grano. Aunque pueden obtener un rendimiento de grano más alto que los del grupo 1 y 2 tienen problemas con plagas durante su almacenamiento, limitante que no permitió su amplia aceptación por todos los agricultores. Este hecho, según ellos, es ocasionado por la ausencia de caracteres que prolonguen su vida en el almacén como son buena cobertura de la mazorca, grano duro y no muy harinoso, entre otras (Figura 2 y Cuadro 3).

#### Grupo 4 Complejo 'Xmejen nal' y 'Xnuuk nal' o de ciclo intermedio a tardío

El grupo esta integrado por materiales conocidos como de tres meses o tres meses y medio. Entre los nombres que les otorga el agricultor están 'Xe ju', 'K'aan nal', 'Xmejen nal' y 'Xnuuk nal'. En el sentido de sus ciclos se pueden considerar como el grupo de transición hacia los tardíos tipo 'Xnuuk nal'. Su forma de mazorca se ubica entre cónica y cilíndrica, la exposición de los estigmas, en promedio, es de 73.6 días la que se considera intermedia entre los tardíos (grupo 5 a 8) y entre los precoces (grupos 1, 2 y 3). En general, tienden a presentar características similares a los tardíos, excepto que en caracteres como ciclo (intermedio), grosor de grano (0.39 cm) y longitud del internudo de la rama central es similar a los precoces.

#### Grupos 5 y 6 Complejo 'Xnuuk nal' o materiales tardíos

El grupo 5 se integra por las muestras que el agricultor llama como 'País Xi'im', 'Xe ju', 'Sak nal', 'Chun yah', '3.5 meses', 'K'aan nal', 'Colmillos' o simplemente 'Xnuuk nal'. Algunos materiales tipo 'T'siit bakal' también quedaron integrados a este grupo. El grupo 6, de manera similar al grupo 5, esta integrado esencialmente por muestras de las variantes locales denominadas 'Xnuuk nal', sólo que a diferencia del grupo 5 aquí se incluyen todas las posibles variantes de los materiales tardíos que también encontraron, en Yucatán, Terán y Rasmussen (1994) y Arias *et al.* (1999) y que son conocidos como 'Xe ju', 'Xbox holoch', 'Ch'on nal', 'Sak xi'im', 'Nal-xoy', 'Pix cristo', 'K'an xi'im', 'Chak chob', 'Xwob-nal' y otros. La diferencia entre los grupos 5 y 6 radica en la mayor variación dentro del grupo 6 demostrada a través de su coeficiente de variación, desviación estándar y varianzas (Figura 2 y Cuadro 3).

Las características evaluadas en la caracterización morfológica de los materiales conocidos como 'Xnuuk nal' son muy similares a las de la raza Tuxpeño descrita por Wellhausen *et al.* (1951), Cervantes *et al.* (1978), Sánchez y Goodman (1992) y Sánchez *et al.* (2000). De acuerdo con la clasificación realizada por Sánchez (1993), respecto a la variabilidad moderna de maíz

en Mesoamérica, estos materiales también podrían clasificarse dentro del grupo denominado como tropical dentado de madurez tardía y bajas elevaciones. La similitud genética de las muestras tipo 'Xnuuk nal' y la raza Tuxpeño es una hipótesis de este trabajo y que necesita mayores elementos de comprobación mediante el uso de marcadores moleculares. La hipótesis se basa en la distribución de la raza Tuxpeño desde el norte de Veracruz y que puede extenderse hasta la península de Yucatán como se infiere de la discusión de Sánchez (1993) acerca de las razas mesoamericanas de maíz; en la marcada diferencia morfológica con las características de planta y mazorca con la raza Nal-Tel; y también por sus diferencias en características de mazorca (flexibilidad), olote y grano con la raza Dzit Bacal.

#### Grupo 7 Complejo 'Xnuuk nal' y 'T'siit bakal' muy tardíos de pocas hileras de granos

El grupo 7 se caracteriza por ser el más tardío de todos los grupos, 84 días a la exposición de estigmas, mayor longitud de panícula (63 cm), altos (3.1 m), más granos por hilera (41), pero a diferencia de los grupos 5 y 6 tiene, en promedio, menor número de hileras en la mazorca (10.8), Figura 2 y Cuadro 3. Este grupo podría considerarse como la transición entre las variantes denominadas 'Xnuuk nal' y 'T'siit bakal' por contener una combinación de ambos. Los agricultores llamaron a las muestras que integran este grupo como 'Xnuuk nal' o 'T'siit bakal' quizá porque el material que les dio origen (progenitores) correspondía efectivamente a estos grupos solo que con la recombinación entre las variedades y la posterior selección de mazorca tomaron características de ambos.

#### Grupo 8 'T'siit bakal' tardíos de pocas hileras y mazorca flexible

Este grupo se integra por muestras muy distintivas de los materiales que el agricultor denomina como 'T'siit bakal'. Se caracterizan por tener mazorcas largas (16.1 de longitud) y flexibles, de pocas hileras (9.1 en promedio), de granos de poco grosor pero alargados (28.7 de relación grosor por longitud), plantas altas (3.1 m), y de igual longitud de panícula que el grupo 7 (Figura 2 y Cuadro 3).

Las características descritas para este grupo coinciden con las reportadas por Wellhausen *et al.* (1951) y Sanchez *et al.* (2000) para la raza Dzit Bacal. Por lo que pueden asumirse que los materiales tardíos de pocas hileras y de mazorcas flexibles denominados como 'T'siit bakal' tienden a comportarse morfológicamente de manera similar a la colecta QR00-20 que ha sido útil para definir la raza Dzit Bacal (Ortega *et al.*, 1991; Sánchez *et al.*, 2000).

La diversidad fenotípica descrita en este trabajo indica un continuo de variabilidad que maneja los agricultores como un portafolio de opciones en función de las condiciones de suelo y cantidad y frecuencia de las precipitaciones. Es decir, los campesinos de Yucatán tienen un amplio conocimiento de las características de sus materiales locales similar a la que Soleri y Cleveland (2001) describe para los de Oaxaca. Ellos perciben la variabilidad genética y la seleccionan modificando la estructura de las poblaciones cultivadas.

### **Conclusiones**

De acuerdo con la descripción morfológica y designación que los agricultores hacen de sus materiales, se concluye que existe una amplia variabilidad morfológica de maíz en la región centro oriente de Yucatán. La variación sigue un patrón de continuidad morfo-fisiológica, desde las variedades locales muy precoces (Nal t'eel) hasta las tardías tipo 'Xnuuk nal' o 'T'siit bakal'. Para el caso de las variedades mejoradas, introducidas al sistema de cultivo desde hace más de diez años, el agricultor las ha manejado o seleccionado adaptándolas de manera que son parte de su portafolio de opciones y también integran el continuo de la dinámica de las poblaciones cultivadas. Aunque se mantienen ciertas diferencias en relación con las variedades originalmente locales, se podría asegurar que ha habido cruzamiento en ambos sentidos, y por lo tanto, introducción de variabilidad genética.

Las muestras de los materiales denominados por el agricultor de Yucatán como 'Nal t'eel' y 'T'siit bakal' mantienen cierta similitud con las razas Nal-Tel y Dzit Bacal descritas previamente. No obstante, no todos los materiales designados con esos nombres corresponden a las razas. Por lo que, se debe tener cuidado en asumir la denominación local igual al nombre de la raza. Las variantes nombradas como 'Xmejen nal' o intermedios son un grupo fenotípico de transición, con características propias que lo hacen diferente. El grupo 'Xnuuk nal' o materiales muy tardíos mantiene ciertas similitudes con la raza Tuxpeño. La clasificación local y su correspondiente asociación con las razas puede detallarse mediante otras técnicas más precisas (p.ej. caracterizaciones moleculares); no obstante, este trabajo ayuda a orientar la clasificación fenotípica que hace el agricultor en relación a la equivalencia racial.

## Referencias

- Aguirre G., J.A., M.R. Bellon and M. Smale. 2000. A regional analysis of maize biological diversity in Southeastern Guanajuato, Mexico. *Econ. Bot.* 54: 60-72.
- Anderson, E. 1946. Mize in Mexico. A preliminary survey. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 33: 147-247.
- Anderson, E. and H.C. Cutler. 1942. Races of *Zea mays*: I. Their recognition and classification. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 29: 69-89.
- Arias R., L.M., V. Cob, L. Burgos, J. Canul, J.L. Chavez, D. Williams y D. Jarvis. 1999. Conservación *in situ* de la biodiversidad de los cultivos de la milpa: características morfológicas de 15 poblaciones de maíz de Yaxcabá, Yucatán. Pp. 81-85 *In: Memorias del Seminario Internacional sobre Agrodiversidad Campesina*. 12-14 de mayo de 1999. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- Bastarrachea M., J.R., E. Yah-Pech y F. Briceño-Chel. 1992. Diccionario Básico Español-Maya- Español. Maldonado Editores, Biblioteca Básica del Mayab. Mérida, Yucatán México. 134 p.
- Benz, B.F. 1986. Racial systematics and the evolution of Mexican maize. Pp. 121-136 *In: L. Manzanilla (ed.), Studies in the Neolithic and Urban Revolutions*. B.A.R. International Series 349.
- Cárdenas F. 1997. "México". Pp: 39-45 *In: S. Taba. Latin American Maize Germplasm Regeneration and Conservation: Proceedings of a Workshop held at CIMMYT*. CIMMYT México, D.F.
- Cervantes S., T., M.M. Goodman, E. Casas and J.O. Rawlings. 1978. Use of genetic effects and genotype by environment interactions for the classification of Mexican races of maize. *Genetics* 90: 339-348.
- Doebly, J.F., M.M. Goodman and C.W. Stuber. 1985. Isozyme variation in the races of maize from Mexico. *Amer. J. Bot.* 72:629-639.
- Goodman, M.M. and W.L. Brown. 1988. Races of corn. Pp: 33-79 *In: G.F. Sprague and J.W. Dudley (eds.), Corn and Corn Improvement*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.
- IBPGR. 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/ International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Henández X., E. y G. Alanis F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia (México)* 1:3-30.
- Henández C., J.M. 1986. Estudio de características químicas del grano de las razas mexicanas de maíz y clasificación racial. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Herrera C., B.E. 1999. Diversidad Genética y valor agronómico entre poblaciones de maíz de la Raza Chalqueño. Tesis Dr. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Herrera C., B.E., F. Castillo, J.J. Sánchez, R. Ortega y M.M. Goodman. 2000. Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones nativas de maíz en una región: caso de la raza Chalqueño. *Revista Fitotecnia Mexicana* 23: 335-354.
- Loyette, D. and M. Smale. 2000. Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuizalapa, Mexico. *Euphytica* 113:25-41
- Márquez S., F. 1992. Mejoramiento genético de los cultivos de la Milpa yucateca. Pp: 175-193 *In: D. Zizumbo V., Ch. H. Rasmussen, L.M. Arias R. y S. Terán C. (eds.), La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad*. CICY y DANIDA, Dinamarca. México.

- McCabe, G.P. 1984. Principal variables. *Technometrics* 26: 137-144.
- Ortega P., R., J.J. Sánchez Castillo F. y J.M. Hernández. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. Pp: 161-185 *In*: R. Ortega, G. Palomino, F. Castillo, V.A. González y M. Livera (eds.), *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. SOMEFI. Chapingo. México.
- Pérez T, A. 1981. La agricultura milpera de los mayas de Yucatán. *In*: L.A. Varguez P. (ed), *La milpa entre los mayas de Yucatán*. Universidad de Yucatán. Mérida, Yucatán.
- Sanchez G., J.J. 1993. Modern variability and patterns of maize movement in Mesoamerica. Pp. 135-156 *In*: S. Johannessen and C.A. Hastorf (eds.), *Corn Culture in the Prehistoric New World*. Westview Press, Inc. Boulder. San Francisco, Oxford.
- Sanchez G., J.J. and M.M. Goodman. 1992. Relationships among the Mexican races of maize. *Econ. Bot.* 46: 72-85.
- Sanchez G., J.J., M.M. Goodman and O. Rawlings. 1993. Appropriate characters for racial classification in maize. *Econ. Bot.* 47:44-59
- Sanchez G., J.J., M.M. Goodman and C.W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54:43-59.
- SAS Institute, Inc. 2002. SAS System version 8.01. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
- Sistema de información agropecuaria de consulta (SIACON). 2002. Anuario estadístico de la producción agrícola 2001-2002. Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pequera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.
- Soleri, D. and D.A. Cleveland. 2001. Farmers' genetic perceptions regarding their crop populations: An example with maize in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Econ. Bot.* 55:106-128.
- Terán, S. y C. Rasmussen. 1994. *La Milpa de los Mayas*. Gobierno del Estado de Yucatán. Mérida, Yucatán.
- Toledo, V.M., P. Alarcón-Chaires, P. Miguel, M. Olivo, A. Cabrera, E. Leyequien y A. Rodríguez-Aldabe. 2001. El Atlas etnoecológico de México y Centroamérica: Fundamentos, métodos y resultados. *Etnoecológica* 4: 71-41.
- Wellhausen E.J., L.M. Roberts, E. Hernández X., P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz de México: su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México.

## Variabilidad morfológica de maíces criollos de la península de Yucatán, México

Luis A. Burgos May<sup>1</sup>, José L. Chávez Servia<sup>2</sup> y Joaquín Ortiz Cereceres<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Mérida. Carr. Antigua a Progreso km 6., C. P. 97310 Mérida, Yucatán, México. Tel. (52-999) 981-4287.

<sup>2</sup>Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI-Américas), ([j.l.chavez@cgiar.org](mailto:j.l.chavez@cgiar.org)).

<sup>3</sup>Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Posgraduados, Carr. México- Texcoco Km. 36.5. 56230 Montecillo, Texcoco, México ([jortiz@colpos.mx](mailto:jortiz@colpos.mx))

### Summary

**Morphological variability of maize landraces from the Yucatan peninsula, Mexico.** In a sample of maize landraces from the Yucatan peninsula, classified initially within the pre-Columbian races Nal-tel, Dzit-bacal and Tuxpeño, a morphological characterization was accomplished in Yaxcaba, Yucatan, Mexico during 1999. The objective was to understand the phenotypic diversity that exists between and within the maize landraces of the Peninsula, and provide more useful information for a better classification of the diversity that is cultivated there. One hundred twenty samples were evaluated for plant, tassel, ear, and kernel characters, as well as male and female flowering times, and yield. The description and classification was accomplished through principal components analysis (PCA) and cluster analysis (CA). Male flowering time, plant height, number of leaves below the ear, rachis and pith diameters, tassel characters, peduncle length, and length of the branching part, among others, were the characters that helped describe the diversity between and within races. Within the Nal-tel group we observed materials with grain characteristics typical of the race, but which mature later; farmers call these materials "Xmejenal", and they constitute an intermediate group. The Dzit-bacal race is characterized by its thin and flexible rachis, however we also encountered a combination of characters among Nal-tel, Dzit-bacal, and Tuxpeño races that form a set of intermediate groups. The characters evaluated were useful for inter- and intra-racial classification of the maize races cultivated in the Yucatan peninsula.

**Key words:** Diversity, intra-racial variability, maize landraces, pre-columbian races, Yucatan peninsula.

### Introducción

El maíz de México, más que el de otros países en América, es de un interés especial debido a su extraordinaria diversidad genética y al importante papel que ha tenido en el desarrollo de las variedades modernas y altamente productivas de América. En gran parte esta diversidad se encuentra representada en las cerca de 10,000 muestras colectadas en México y preservadas en el Banco de Germoplasma de Maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Hernández (1994).

El maíz es uno de los cultivos más importantes en la península de Yucatán por ser el alimento básico en la dieta de la población cuya producción se basa en la siembra de variedades locales o criollas. La diversidad de la península de Yucatán está pobremente representada en los bancos de germoplasma, destacándose no más de 10 muestras de las razas Nal-tel y Dzit-bacal (Ortega *et al.*, 1991).

La diversidad de maíz ha sido aprovechada por los agricultores, principalmente por aquellos cuya actividad productiva depende de la lluvia, para generar un patrón varietal, la cual consiste en un conjunto de variedades criollas para enfrentar los diferentes regímenes higrotérmicos y

ambientales en que expresan su potencial productivo. El precisar y comprender los patrones varietales antes de iniciar un programa de fitomejoramiento en los nichos, permite conocer la variabilidad presente en la especie así como la lógica productiva bajo la cual se emplea dicha variabilidad; lo anterior puede brindar elementos para diseñar estrategias genotécnicas que propicien un mejor aprovechamiento del germoplasma y que eviten la erosión genética (Castillo, 1994).

Cuando llegaron los españoles a México, el maíz era el alimento y la bebida principal de estas tierras y ocupaba el lugar principal en el policultivo "milpa". Lógicamente, cada grupo lingüístico de Mesoamérica denominaba con nombres distintos al maíz. El término "maíz" fue introducido por los españoles, quienes al parecer lo tomaron de Haití, en las antillas. En maya-yucateco, al maíz en planta, en elote y en mazorca se les denominaba como 'nal'; al grano como 'ixi'im' (Barrera y Rendón, 1980).

En Yucatán, el 95% de suelos cultivables son pedregosos (Duch, 1988), limitan la entrada al arado (implemento para la remoción del suelo) y, en general, de toda la tecnología moderna. Por eso el policultivo milpa, con maíz a la cabeza, se ha mantenido a través de los siglos y en la actualidad continúa siendo el grano de la zona milpera y el alimento principal de la Península; aunque, maíz no sólo es alimento. En tiempos prehispánicos fue el organizador de toda la vida social, y actualmente, en las comunidades constituye el cultivo y alimento principal, continúa organizando la vida familiar y comunal cotidiana y la parte sagrada. Wellhausen *et al.* (1951) en su publicación *Razas de maíz en México* indican que: "en las variedades de polinización libre quizá cada planta es ligeramente diferente en su genética de todas las otras plantas" y "asume que la mayoría de las variedades locales colectadas en México son mezclas de dos o más razas". A los maíces nativos de la península de Yucatán, estos autores, los ubican en las razas Nal-tel, Olotillo subraza Dzit-bacal, Tuxpeño, y en combinaciones de las tres citadas; asimismo, señalan la enorme importancia mundial que estas razas tienen en la evolución del maíz y en su uso como fuentes de germoplasma para el fitomejoramiento.

Terán *et al.* (1989) mencionan que en función del ciclo de maduración, existen tres variantes de maíz en Yucatán y dentro de ellas hay otras variaciones en color, grosor y el tamaño de los granos. Pérez (1981) presenta una larga relación de los cultivos de la milpa comenzando con las clases o variantes de maíz, que consideró agrupadas en dos tipos principales según el tamaño de la mazorca y su ciclo biológico: *Xnuc-nal* o maíz de mazorca grande y ciclo largo (de 6 a 7 meses para alcanzar su maduración completa) y *Xmejen-nal* o maíz de mazorca pequeña y ciclo corto (aproximadamente 3 meses o menos), aunque con variaciones en color y consistencia del grano. Las variaciones en cada grupo son: *Kan-nal* (amarillo y cristalino), *Sac-nal* (blanco y harinoso), *Chac-chob* (rojo), *Xhe-ub* (azul), y también fenotípicamente se aprecian infiltraciones genéticas de dos razas: Nal-tel y Tuxpeño, y una subraza de Olotillo, conocida localmente como *Tsiit-bacal* (Arias *et al.*, 1999).

Las variantes de maíz cultivadas dependen de varios factores como la variación del terreno (variante de suelo) y la variabilidad en productividad de los diferentes maíces para obtener reserva de semilla; la incertidumbre de cómo se presentará el temporal (estación de lluvias); y la necesidad de contar con algo de maíz antes de la cosecha principal, todo hace que los productores siembren pequeñas parcelas de variantes precoces intermedias y tardías, y con ello hacer frente a los factores ambientales físicos y bióticos adversos, tanto en campo como en almacén, tener posibilidad de diferentes usos que se le da al maíz y la necesidad de variar la dieta diaria al menos en el color o tono de los alimentos (Hernández, 1995).

Para aprovechar los recursos genéticos *in situ* es conveniente evaluar y documentar a cada variedad local conservada de acuerdo a su origen filogenético y atributos agronómicos, bajo la premisa de que cualquier evaluación de germoplasma considera la existencia de diferencias genéticas entre poblaciones (Ortega, 1978). La información generada como producto de la evaluación agromorfológica es invaluable, porque permite documentar el hecho de que

las variedades criollas son capaces de soportar condiciones que dañarían con severidad a las variedades mejoradas, lo cual les confiere una mayor estabilidad basada fundamentalmente en la diversidad de genes que contienen (Esquinas, 1983); y permitiría también delinear el aprovechamiento de algunas variantes dentro de la diversidad intraespecífica (Castillo, 1994). El uso de material nativo es una base técnicamente viable para emprender un programa de mejoramiento o para la incorporación de alguna característica sobresaliente de la cual adolece el material mejorado. Por tanto, existen variadas razones por las que el conocimiento de las razas nativas de maíz y sus relaciones es importante (Hernández, 1994).

Para obtener una estimación del patrón de variabilidad genética de los maíces locales de la península de Yucatán, se unieron los esfuerzos de los proyectos "conservación y rescate de los maíces criollos en México" y "fortalecimiento de las bases científicas para la conservación *in situ* de la biodiversidad agrícola en finca: Mexico". En su primera fase, con resultados aquí presentados, el objetivo específico fue caracterizar la variabilidad morfológica de una muestra de 120 poblaciones locales de maíz de los estados de Quintana Roo, Campeche y Yucatán, México.

### **Materiales y métodos**

En 1999 se realizó una exploración y colecta de maíces criollos en la península de Yucatán y se tomaron como base las exploraciones previas de Wellhausen *et al.* (1951). Del total de muestras colectadas (376), con base en la expresión fenotípica de la mazorca y en la disponibilidad de recursos y espacio para caracterizarlas, fueron elegidas 120 como representantes de las principales regiones exploradas en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. La representatividad fue geográficamente identificada como la región Centro y Oriente del estado de Yucatán, la que comprende desde Thamek, Tunkás, Dzitás, Tizimín y Chemax; en Campeche se denominó el Camino Real y la región de Los Chenes; y en Quintana Roo la región Centro Sur (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Regiones geográficas representadas en las muestras caracterizadas de maíces criollos de la península de Yucatán

<b>Estado</b>	<b>Núm. de muestras</b>	<b>Región</b>	<b>Municipios representados</b>
Yucatán	27	Centro y Oriente	Thamek, Tunkás, Dzitás, Tizimín y Chemax
Campeche	14	Camino Real y Los Chenes	Xcumpich, Tenabo, Hopelchén, Hecelchakán
Quintana Roo	80	Centro Sur	José Ma. Morelos, Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Lázaro Cárdenas y Benito Juárez

Las 120 poblaciones muestreadas fueron caracterizadas en la comunidad de Yaxcabá Yucatán en condiciones de suelo medianamente profundo conocido localmente como *Kankab*. El manejo agronómico del ensayo experimental de una distribución de látice simple rectangular con dos repeticiones, fue de gran importancia para lograr la mayor expresión fenotípica de las poblaciones a caracterizar. El clima en la región es cálido húmedo [AW(x')(i) g] de acuerdo con la clasificación de Koppen modificada por García (1973). Las temperaturas promedio son de 25.9°C y una precipitación promedio cercana a los 1,000 mm anuales.

Para la caracterización morfológica fueron evaluados caracteres vegetativos, reproductivos, de la mazorca, del grano, fisiológicos y rendimiento de grano, basados en los "Descriptoros para maíz" del IBPGR (1991), y en los trabajos de Sánchez *et al.* (1993) y Herrera (1999), Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Lista de variables utilizadas para la caracterización morfológica de 120 poblaciones muestreadas de maíz de la península de Yucatán, México.

<b>Fisiológicas</b>	<b>Mazorca:</b>
Días a floración masculina	Forma de la mazorca (escala)
Días a floración femenina	Longitud de la mazorca (cm)
<b>Planta:</b>	Diámetro de la mazorca (cm)
Altura de la planta (cm):	Hileras por mazorca
Altura de la mazorca (cm)	Granos por hilera
Número de hojas abajo de la mazorca	Diámetro del olote (cm)
Número de hojas arriba de la mazorca	Diámetro de la médula (cm)
	Diámetro del raquis (cm)
<b>Espiga:</b>	Color de olote <sup>a</sup>
Longitud de espiga o panícula (cm)	Número de semillas por mazorca
Longitud del pedúnculo (cm):	<b>Grano:</b>
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	Longitud de grano (cm)
Longitud de la rama central (cm)	Ancho de grano (cm)
Longitud del internudo de la rama central (cm)	Grosor de grano (cm)
Longitud del internudo de la rama lateral (cm)	Forma del grano (escala de descriptores)
Número total de ramificaciones de la espiga	Tipo de grano (escala de descriptores)
	Color de grano (escala de descriptores)
	Peso de 100 granos (gr)
	Volumen de 100 granos (ml)

<sup>a</sup> Olote: término utilizado en ciertas regiones de México para referirse a la estructura donde se unen los granos de la mazorca.

Para describir la variabilidad morfológica de las 120 poblaciones de maíces criollos, se realizó un análisis de componentes principales (ACP), mediante un descarte de variables basados en la propuesta de Sánchez *et al.* (1993) y utilizando el método de Joliffe (1973). Una vez identificadas las variables de mayor valor para explicar la variabilidad morfológica se realizó un análisis de conglomerados de agrupamiento jerárquico por el método del promedio utilizando las distancias euclidianas entre las poblaciones. La determinación del número de grupos formados se basó en el coeficiente determinación parcial  $r^2 > 80\%$ , y la significancia estadística de la seudo F y la seudo  $t^2$  (SAS, 2000).

## Resultados y discusión

### Descripción morfológica

En general, las poblaciones evaluadas presentaron una amplia variabilidad morfológica en sus estructuras vegetativas y reproductivas. Dentro de las variables de mayor importancia para explicar la diversidad de las muestras fueron los días a floración masculina, ancho y forma de grano, longitud y número de hileras de la mazorca, altura de la mazorca y número de hojas abajo de la mazorca; y de los caracteres de espiga, la longitud del pedúnculo, de la porción ramificada y del internudo de la rama central, de acuerdo con los vectores propios del análisis de componentes principales (Cuadro 3).

La variabilidad fenotípica estimada en las poblaciones criollas de maíz de la península de Yucatán fue de enormes contrastes. Es decir, no hay un grupo específico de características que identifiquen las regiones exploradas mediante una diferenciación morfológica de sus materiales. En otras palabras, entre todos forma un continuo de variación morfológica de maíz, que se inicia desde los materiales precoces (raza Nal-tel) a los tardíos (raza Tuxpeño de la Península) entre los tres estados de la Península y las regiones exploradas (Figura 1). Dentro de la raza Tuxpeño de la península de Yucatán, se concentra la mayor variabilidad de formas cultivadas, las variantes de Nal-tel se concentran preponderantemente en la región izquierda y Ditz-bacal hacia la derecha de la Figura 1 (CP1 vs. CP2 y CP1 vs. CP3). Esto indica que a

pesar de las distancias geográficas que separan a las poblaciones muestreadas, mantienen cierta similitud morfológica. Esta misma tendencia observó Herrera (1999) en la caracterización morfológica de diferentes poblaciones nativas de la raza Chalqueño del estado de México.

**Cuadro 3.** Vectores propios, valores propios y proporción de la varianza morfológica explicada por los primeros componentes principales (CP) en 120 poblaciones muestreadas de maíz.

Caracteres	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
Longitud del pedúnculo	0.170	0.230	0.467	0.427	-0.350	0.415
Longitud de la parte ramificada de la espiga	0.227	-0.003	0.467	0.059	-0.147	-0.525
Longitud del internudo de la rama central	0.150	0.105	-0.179	0.515	0.209	-0.557
Longitud del grano	0.231	0.185	-0.350	-0.186	-0.173	0.121
Ancho del grano	0.251	0.139	-0.424	-0.275	0.212	0.029
Forma del grano	-0.142	-0.047	0.010	0.431	0.689	0.318
Número de semillas por mazorca	-0.247	-0.292	0.328	-0.01	-0.094	0.158
Días a floración masculina	0.346	0.097	0.242	-0.221	0.174	0.073
Altura de la planta	0.321	0.250	0.296	-0.287	0.178	0.142
Hojas abajo de la mazorca	0.336	0.021	-0.165	-0.160	0.237	0.148
Longitud de la mazorca	0.326	0.021	-0.165	0.298	-0.172	0.076
Número de hileras	-0.325	-0.298	-0.087	0.116	-0.195	0.097
Granos por hilera	0.314	-0.218	0.001	0.261	-0.252	0.179
Diámetro del raquis	-0.133	0.559	0.1357	-0.015	0.018	-0.355
Diámetro de la médula	-0.186	0.520	0.1367	-0.013	-0.005	-0.038
Valor propio o característico	5.257	2.642	1.387	1.374	0.955	0.736
Varianza explicada	0.350	0.176	0.092	0.091	0.063	0.049
Varianza acumulada	0.350	0.526	0.619	0.710	0.774	0.823

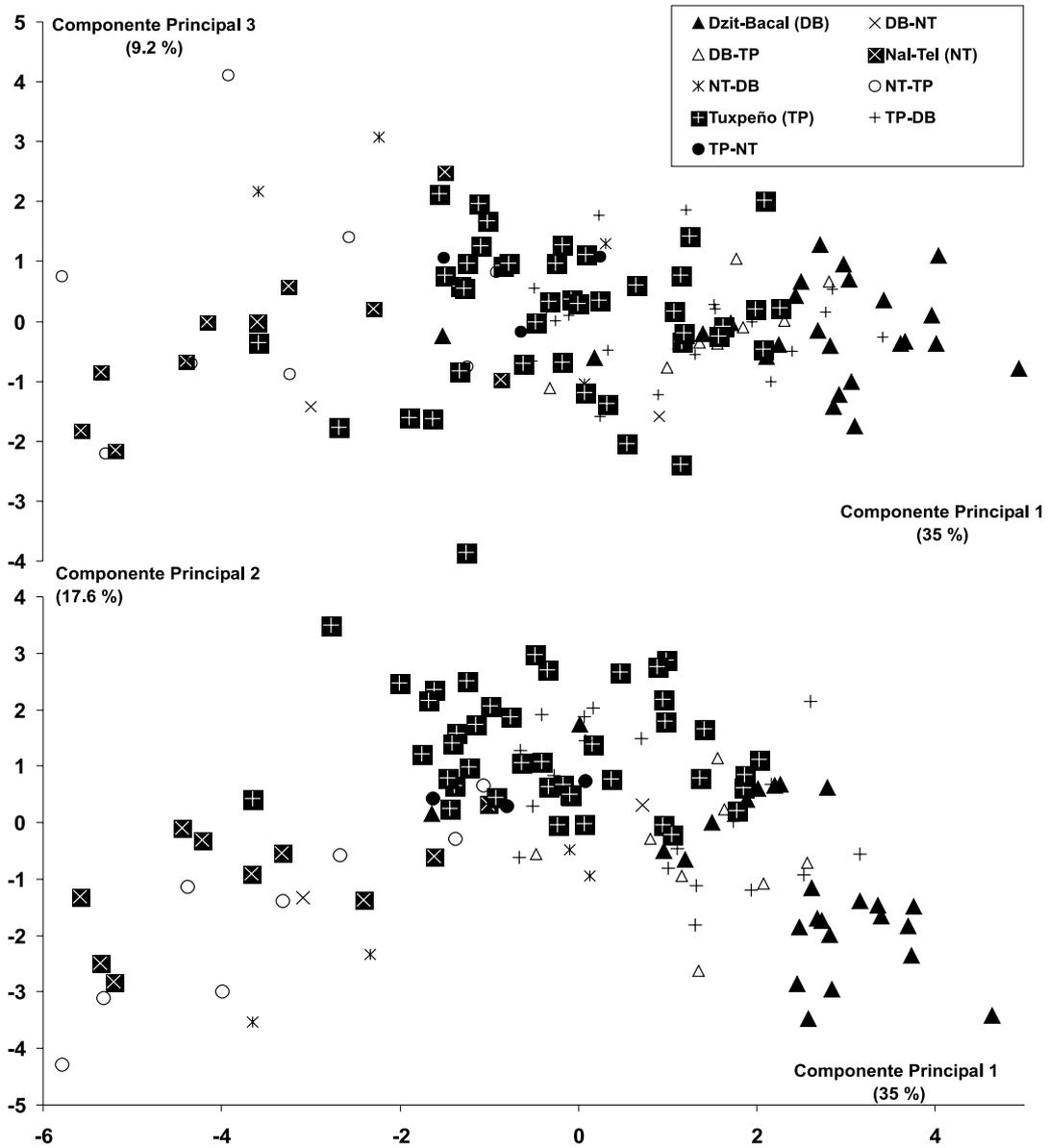
Los resultados de este trabajo tienen cierta semejanza con la variabilidad morfológica descrita por Wellhausen *et al.* (1951) acerca de las razas de maíz en la península de Yucatán. Los patrones de variabilidad se mantienen más o menos constantes entre las razas Nal-tel, Dzit-bacal y Tuxpeño de la Península. Aunque se observan ciertas formas intermedias entre las razas, las variantes intermedias locales denominadas como *Xmejen-nales* y *Xtup-nales* presentan caracteres entre Nal-tel y Tuxpeño como lo han descrito Arias *et al.* (1999) y Teran *et al.* (1989).

### Agrupamiento morfológico

El resultado del análisis de conglomerados permitió el reconocimiento de siete grandes grupos ( $r^2= 83.8 \%$ ; seudo  $F=28.4$  y seudo  $t^2= 3.0$  con  $p=0.001$ ). Dos grupos centrales de Tuxpeño entre dos grupos de Dzit-Bacal, uno de Nal-tel y dos grupos de variación fenotípica entre Nal-tel--Tuxpeño y Nal-tel--Dzit-bacal. Esta clasificación confirma la descripción de los componentes principales, donde el ciclo del cultivo es uno de los caracteres de mayor influencia en la descripción de la variabilidad observada. No obstante, las características de grano, mazorca y espiga son determinantes en la precisión de los agrupamientos. Los caracteres mencionados están comprendidos dentro del grupo de caracteres que utiliza Sánchez y Goodman (1992) para describir las relaciones entre las razas mexicanas de maíz, en donde ubican a Dzit-bacal y Nal-tel dentro del grupo razas tropicales dentadas de madurez tardía y precoz, respectivamente (Figura 2).

Además de la variación inter-racial se observó una gran variación intra-racial. La variación mayor en Tuxpeño, en palabras de los agricultores, obedece a una amplia adaptación a las condiciones agroecológicas restrictivas como son los suelos altamente pedregosos y la variabilidad de la estación de lluvias año tras año. Estos materiales resisten mejor la variación de cambios agro-ambientales, y de acuerdo a la propuesta de Smale *et al.* (1999), tendrán un mayor valor público por satisfacer muchos de los requisitos que el productor necesita; seguridad

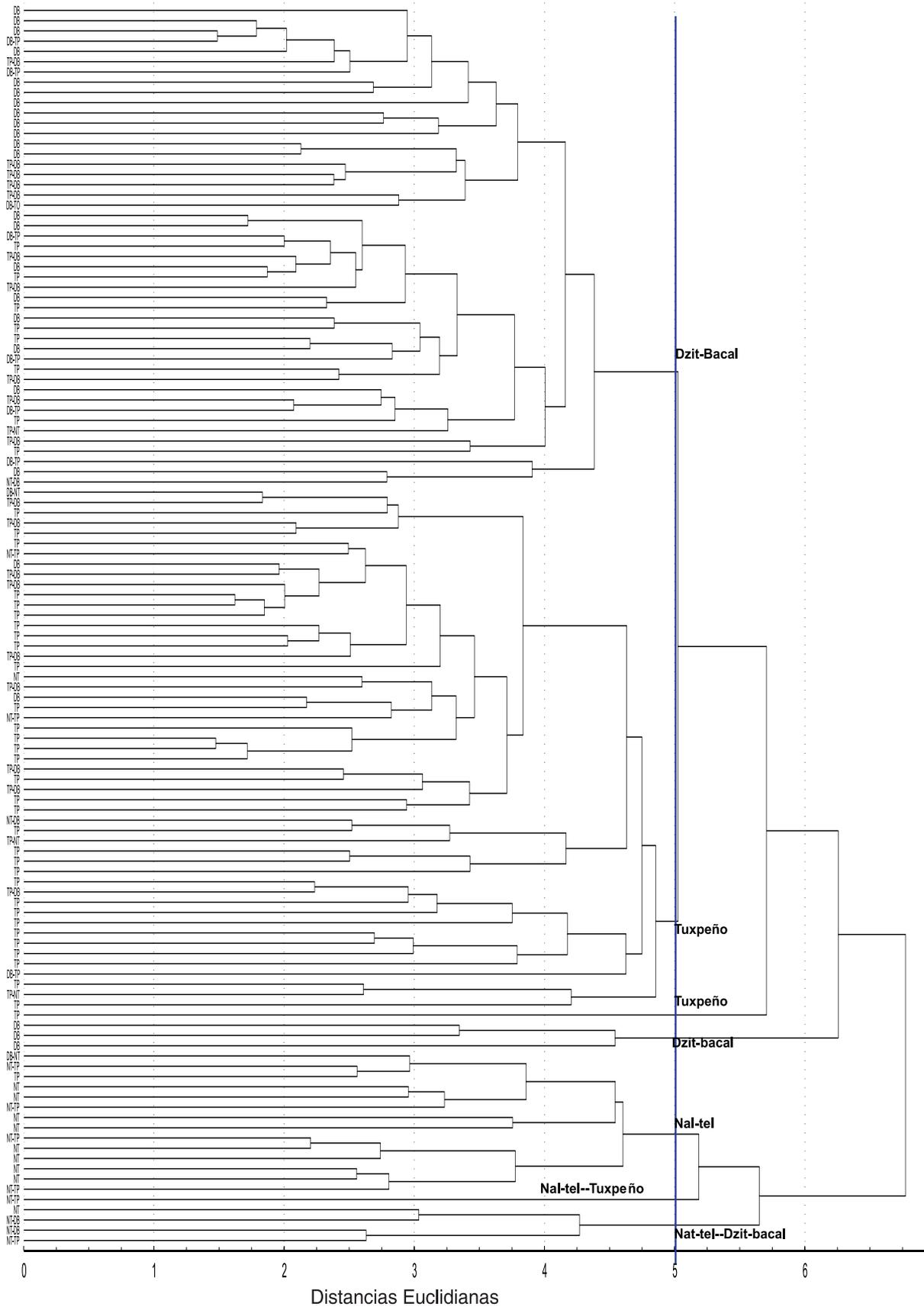
a la cosecha, tolerancia a la sequía, y en condiciones óptimas, los mayores niveles de productividad, entre otros. Le siguen en variabilidad los complejos formados con Dzit-bacal; aunque en algunos casos más tardíos que los Tuxpeño, tienen mayor aceptación en el mercado rural local para la preparación de "elotes"<sup>1</sup> y en algunos casos superan en rendimiento de grano a los del complejo Tuxpeño (Cuadro 4).



**Figura 1.** Dispersión de la variabilidad morfológica de 120 colectas, descritas a través de los tres primeros componentes principales.

Las variantes de la raza Nal-tel descritas fueron las menos frecuentes en todas las regiones exploradas (menos del 10 %). Esto indica que en los próximos años estará en menos frecuencia y probablemente en peligro de extinción como identidad genética. Uno de los caracteres de mayor identidad de la raza es la precocidad (60 días en promedio a la floración masculina) y la mazorca más pequeña (máximo 13.5 cm) de las razas de cultivadas en la península de Yucatán (Cuadro 4).

<sup>1</sup> Mazorcas inmaduras en estado masoso-lechoso cocidas.



**Figura 2.** Dendrograma de distancias euclidianas basado en la caracterización morfológica de 120 poblaciones de maíz de la península de Yucatán, México. NT, Nal-tel; DB, Dzit-bacal y TP, Tuxpeño.

**Cuadro 4.** Valores mínimos y máximos de los principales caracteres morfológicos que describen la variabilidad de los grupos morfológicos del análisis de conglomerados

Caracteres	Grupos de variabilidad morfológica <sup>a</sup>						
	Dzit-bacal	Tuxpeño	Tuxpeño	Dzit-bacal	Nal-tel	Nal-tel-- Tuxpeño	Nal-tel- Dzit-bacal
Longitud del pedúnculo (cm)	14.4-22.6	16.1-24.1	16.9	20.2-23.5	10.3-21.8	12.3	17.5-22.9
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	13.9-19.7	12.6-18.7	20.0	17.1-19.1	13.1-16.5	15.5	16.6-19.3
Longitud del grano (mm)	21.7-27.1	20.2-27.4	25.2	22-24.88	20.4-23.5	20.4	20.6-21.6
Ancho del grano (mm)	13.8-19.4	11-20.3	17.6	16.7-18.3	11.7-16.5	11	10.3-13.9
Forma del grano <sup>b</sup>	1-3	1-4	1	2-3	1-4	2	2-3
Días a floración masculina	66.5-77	57.5-75	79	68.5-72.5	48-62	56	62-65.5
Altura de la planta (m)	2.9-3.73	2.8-3.73	3.4	3.3-3.7	2.3-3.1	2.3	2.9-3.1
Hojas abajo de la mazorca	11.7-14.5	9.9-13.5	12.6	12.6-14.6	9.9-13.1	11.1	11.6-12.4
Longitud de la mazorca (cm)	12.0-15.8	11.9-15.2	11.5	15.7-17.4	10.9-13.5	10	10.7-12.4
Número de hileras	9.4-13.1	11.7-15.4	10.8	9.7-9.9	12.2-15.7	12.9	13.3-14.7
Granos por hilera	31.5-51.2	29.7-41.6	30.2	40.9-51.4	27.2-36.2	30	32.1-36.5
Diámetro del raquis (cm)	0.8-1.5	1.2-1.9	1.3	0.7-1.1	1.1-1.4	1.1	0.9-1.2

<sup>a</sup>Grupos determinados en el análisis de conglomerados, Figura 2.

<sup>b</sup>Forma de grano: 1, contraído; 2, dentado; 3, plano; 4, redondo; 5, puntiagudo; 6, muy puntiagudo.

## Conclusiones

La diversidad caracterizada y evaluada sigue un patrón de variabilidad morfológica racial. Las razas Nal-tel, Dzit-bacal y Tuxpeño de la península de Yucatán continúan manteniéndose, a excepción de un grupo intermedio (62-66 días a floración masculina) conocido localmente como *Xmejen-nal* y que en este trabajo fue asignado como una combinación de expresión fenotípica entre Nal-tel y Dzit-bacal o bien Nal-tel y Tuxpeño. Dentro de la raza Tuxpeño existe la mayor variabilidad intra-racial y en contraposición Nal-tel presentó menor variabilidad, la que en próximos años estará amenazada como identidad genética en la península de Yucatán.

Los caracteres de mayor utilidad que permitieron describir, en este trabajo, la mayor variabilidad presente en las 120 muestras de variedades criollas de la península de Yucatán fueron; a) altura, longitud, número de hileras, diámetro del raquis y diámetro de la médula de la mazorca; b) la longitud, ancho y forma del grano; c) la longitud del pedúnculo, longitud de la parte ramificada y del internudo de la rama central de la espiga; y d) los días a floración masculina o femenina; estos últimos por estar altamente correlacionados.

## Agradecimientos

Se agradece al Dr. Rafael Ortega Pazcka las sugerencias emitidas para mejorar este escrito, y a los proyectos "Fortalecimiento de las Bases Científicas para la Conservación *In Situ* de la Biodiversidad Agrícola en Finca: México" (fondos del CIID, Canadá) y "Conservación y Rescate de los Maíces Criollos en México" (fondos CONACYT, México) por el apoyo recibido para realizar este trabajo.

## Referencias

- Arias R., L.M., J.V. Cob, L.A. Burgos, J. Canul, J.L. Chávez, D. Williams y D. Jarvis. 1999. Conservación *in situ* de la biodiversidad de los cultivos de la milpa: Caracterización morfológica de 15 poblaciones de maíz de Yaxcabá, Yucatán. Pp:81-85 *In*: Resúmenes del Seminario Internacional sobre Agrodiversidad Campesina. 12-14 mayo 1999. Toluca, México.
- Barrera V., A. y S. Rendón. 1980. El Libro de los Libros del Chilán Balám. *Colección Popular 42*. Fondo de Cultura Económica. México.

- Castillo G., F. 1994. Aprovechamiento de la diversidad de maíz en México. pp:77-92 *In: Resúmenes del XI Congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso Nacional de Fitogenética*, 25-30 de septiembre de 1994. Monterrey, N.L., México. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Chapingo, México.
- Duch, J. 1988. La Conformación Territorial del Estado de Yucatán: Su relación con la agricultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México.
- Esquinas A., J.T. 1983. Los recursos genéticos: una inversión segura para el futuro. Consejo Internacional para Recursos Fitogenéticos (IBPGR)-Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- Hernández C., J.M. 1994. Estimación de efectos genéticos en poblaciones nativas de maíz sobresalientes en valles altos centrales, bajo y trópico. Tesis Dr. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Hernández X., E. 1995. Agricultura tradicional en México. Pp:15-34 *In: E. Hernández X., E. Bello y S. Levy (eds.), La Milpa en Yucatán: Un Sistema de Producción Agrícola Tradicional*, Vol. 1. Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.
- Herrera C., B. E. 1999. Diversidad genética y valor agronómico entre poblaciones de maíz de la raza Chalqueño. Tesis Dr. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- IBPGR. 1991. Descriptors for maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/ International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
- Jolliffe, I.T. 1973. Discarding variables in a principal component analysis. II. Real data. *Applied Statistics*, J. Royal Stat. Soc. Ser. C 22:21-31.
- Ortega P., R.A. y H. Ángeles A. 1978. Maíz. Pp:75-84 *In: T. Cervantes S. (ed.), Recursos Genéticos Disponibles a México*. SOMEFI A.C. Chapingo, México.
- Ortega P., R.A., J.J. Sánchez G., F. Castillo G. y J.M. Hernández C. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. Pp:161-185 *In: R. Ortega P., G. Palomino H., F.Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M. (eds.), Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética (SOMEFI). México. Chapingo, México.
- Pérez T., A. 1981. La agricultura milpera de los mayas de Yucatán. *In: L. Vázquez P. (ed.), La Milpa entre los Mayas de Yucatán*.
- Sánchez, J.J. and M.M. Goodman. 1992. Relationships among the Mexican races of maize. *Economic Botany* 46:72-85.
- Sánchez, J.J., M.M. Goodman and J.O. Rawlings. 1993. Appropriate characters for racial classification in maize. *Economic Botany* 47:44-59.
- Smale, M., M.R. Bellon and J.A. Aguirre-Gomez. 1999. The Private and Public Characteristics of Maize Landraces and the Area Allocation Decisions of Farmers in the Center of Crop Diversity. *Economic Working Paper No. 99-08*. Mexico, D.F. CIMMYT.
- SAS, Institute Inc. 2000. SAS system. Version 8.01 (TS1M0). Cary, NC, USA.
- Terán C., S., Ch. H. Rasmussen y O. May C. 1989. Las plantas de la milpa entre los Mayas. Fundación Tum Bem Kin, A.C.
- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts y E. Hernández X. en colaboración con P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de Maíz en México; Su origen, características y distribución. *Folleto Técnico No. 5*. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F.

## Propuesta para definir unidades de conservación *in situ* en huertos familiares: caso del chayote (*Sechium edule* L.) en Guatemala

C. Azurdia<sup>1</sup>, H. Ayala<sup>1</sup>, O. Rocha<sup>2</sup>, G. Aguilar<sup>2</sup>, O. Makepeace<sup>1</sup> y R. Roma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

<sup>2</sup>Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", San José, Costa Rica.

### Summary

**A proposal for determining the *in situ* conservation unit size in home gardens: The case of chayote (*Sechium edule* L.) in Guatemala.** Huisquil or chayote (*Sechium edule*) is a cucurbit crop native to Mexico and Guatemala, where wild chayote and its wild relative species (*S. compositum*) thrive. Chayote in Guatemala is primarily cultivated in home gardens everywhere it occurs, suggesting that its germplasm is best conserved in such ecosystem. Two areas with contrasting cultural and ecological conditions were studied in Alta Verapaz province in the north of the country. The goal of the study was to determine the intra-specific genetic variability in order to have basic knowledge for determining the *in situ* conservation unit. *In situ* morphological characterization showed differences in qualitative and quantitative fruit traits. Biochemical characterization using isozymes indicted differences in both allelic frequencies and gene heterozygosity. AFLPs analysis showed that *S. compositum* and wild *S. edule* are closely related to each other and widely isolated from Guatemalan cultivated varieties. There was not a noticeable separation between materials from the two eco-regions. As a general statement, one can say that the results showed differences within home gardens and localities, and also to some degree at the eco-region level. To define how many and which localities would be selected to make up an *in situ* conservation unit, a methodology for identifying the localities that harbor the highest genetic diversity is suggested. It is based on the cluster analysis generated by using morphological, biochemical and molecular traits.

**Key words:** Chayote, genetic diversity, home gardens, *in situ* conservation

### Introducción

El guisquil o chayote (*Sechium edule* L.) es una especie nativa de Mesoamérica, específicamente del sur de México y Guatemala, en donde se encuentra la mayor diversidad genética, así como la presencia de materiales en estado silvestre y la especie silvestre más emparentada (*Sechium compositum* (J.D. Smith) C. Jeffrey), Newstrom (1991). Se puede encontrar ampliamente distribuido en un rango altitudinal amplio desde cerca del nivel del mar hasta más de 2,000 msnm. Por otro lado, es reconocido que el fruto, los brotes tiernos y las raíces engrosadas han sido importantes en la alimentación de las culturas precolombinas que habitaban Mesoamérica.

Para el caso de Guatemala, esta especie es cultivada en algunas regiones específicas del país en extensiones considerables, destinándose la producción para los principales mercados del país. Además, el guisquil cultivado en huertos familiares es común en la mayoría de localidades de Guatemala.

Algunos estudios han mostrado la alta diversidad morfológica existente en guisquil a nivel mesoamericano (Maffioli, 1981; Engels, 1983), y mexicano (Cruz y Querol, 1985). Es notorio que en dichos trabajos no se ha analizado la relación existente entre la diversidad genética de guisquil y los huertos familiares en los cuales crece (en su mayoría). Es reconocido que los huertos familiares en Mesoamérica son ricos en especies útiles al hombre, por lo cual se indica que este agrosistema juega un papel importante en la conservación de los recursos genéticos vegetales. Sin embargo, a la fecha no se tiene un estudio que muestre realmente la diversidad

genética intra-específica que confirme la aseveración de alta riqueza genética. Este conocimiento básico es necesario para plantear metodologías de conservación de recursos genéticos *in situ* en huertos familiares. Es recomendable realizar estudios en especies indicadoras, profundizando en caracteres morfológicos, pero principalmente en caracteres neutrales (moleculares) y en caracteres adaptativos (Guarino y Hoogendijk, 2000).

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, con el apoyo del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) y la GTZ de Alemania, desarrolló el proyecto denominado "contribución de los huertos familiares para la conservación *in situ* de recursos genéticos vegetales". Se estudiaron dos regiones contrastantes en ambiente (clima, suelo, vegetación) y cultura (diferentes etnias) en el departamento de Alta Verapaz, Guatemala. En la región norte con zona de vida; bosque muy húmedo subtropical cálido, habitada en mayoría por población de origen Q'eqchi, y la región central con zona de vida; bosque muy húmedo subtropical también habitada por la etnia Q'eqchi y la Pocomchi.

Dicho estudio mostró que el guisquil se encuentra en el 52% de los huertos familiares de la zona cálida de Alta Verapaz y en todos los huertos de la zona fría (Azurdia *et al.*, 2000). Por esta razón, esta especie se seleccionó como representativa para conducir estudios más detallados a nivel de variación genética intra-específica utilizando marcadores morfológicos, bioquímicos y moleculares. El presente trabajo es un resumen de los resultados obtenidos. En base a los mismos se analizan algunas ideas relativas a conservación *in situ* a nivel de huerto familiar.

### **Materiales y métodos**

*Exploración inicial.* Durante abril de 2000 se recorrió el departamento de Alta Verapaz, Guatemala, para definir las épocas apropiadas de recolección de frutos, así como las localidades en las cuales existía mayor cantidad de huertos familiares con presencia de guisquil.

*Recolección de frutos.* Basado en información generada en la primera fase del proyecto de huertos familiares, se eligieron 11 comunidades de la parte cálida del norte de Alta Verapaz, en donde se recolectaron un total de 39 muestras o accesiones. Esta actividad fue desarrollada en el mes de julio de 2000. Por otro lado, durante el mes de noviembre de 2000 se recolectaron 81 accesiones presentes de 16 localidades de la parte fría del departamento. En la mayoría de las localidades se trató de obtener una muestra de los diferentes fenotipos de fruto.

*Caracterización de frutos.* Se caracterizaron varios frutos por accesión en las instalaciones de la Facultad de Agronomía en Guatemala, capital de la república (10 frutos en la mayoría de accesiones), utilizando una lista de descriptores basada en previos publicados para esta especie (Maffioli, 1981; Engels, 1983).

*Caracterización isoenzimática.* Se estudió la variación presente en las isoenzimas shiquimato deshidrogenasa (SKD: E.C. 1.1.1.25), superóxido dismutasa (SOD: E.C.1.15.1.1.), enzima málica (ME: E.C. 1.1.1.140), peroxidasa (PRX: E.C. 1.11.1.7), esterasa (EST: E.C. 3.1.11) y malato dehidrogenasa (MDH: E.C. 1.1.1.37). Dentro de las muestras estudiadas se incluyó la especie silvestre *S. compositum*.

*Caracterización molecular.* Se utilizaron las muestras de la zona cálida así como un grupo representativo de la zona fría, adicionando muestras de los materiales cultivados a nivel comercial en Guatemala (tres variantes), guisquil en estado silvestre procedente de Veracruz, México y una muestra de la especie silvestre *S. compositum* de la región de Escuintla, Guatemala. El análisis se realizó en la Universidad de Costa Rica, utilizando la técnica de AFLPs.

*Análisis de la información.* Con la información generada se realizó un análisis de agrupamiento o conglomerados empleando el paquete de estadística NTSYS. En cada fenograma generado se seleccionaron las localidades que presentaban la mayor variación

(número de núcleos de variación en los que estaba presente el número total de accesiones de la localidad), obteniéndose un coeficiente. La suma de estos coeficientes (morfológico, isoenzimático y molecular) definieron las localidades con mayor variación.

## Resultados y discusión

### Diversidad morfológica

La comparación detallada entre los materiales genéticos colectados en la parte cálida y los de la parte fría (Cuadros 1 y 2), indica que a pesar de que en la zona cálida se colectaron menos accesiones (39), en dicha zona se encontraron más formas de frutos (16) que los presentes en la zona fría (11). Así mismo, las formas más comunes de la zona cálida no corresponden a las formas más comunes de la zona fría. Además, los frutos de la zona fría son frecuentemente de color verde o verde intenso con presencia de mayor cantidad de espinas. Los frutos de la zona fría son en promedio más pesados que los presentes en la zona cálida.

**Cuadro 1.** Comparación de la variación de caracteres cuantitativos del fruto de guisquil en huertos familiares entre la zona fría y cálida de Alta Verapaz, Guatemala.

Zona	Carácter	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Fría	Peso (g)	320.00	119.11	54.00	1,042.00
	Largo (cm)	10.90	3.67	4.80	25.80
	Ancho (cm)	7.82	1.73	4.10	14.90
	Grosor (cm)	6.62	1.23	3.80	8.90
Cálida	Peso (g)	248.00	76.30	99.00	427.00
	Largo (cm)	11.79	2.54	5.50	18.56
	Ancho (cm)	6.30	0.74	4.50	7.80
	Grosor (cm)	5.25	0.73	3.93	7.50

**Cuadro 2.** Comparación de la variación de caracteres cualitativos del fruto de Guisquile en huertos familiares de la zona fría y cálida de Alta Verapaz.

Carácter	Zona cálida	Zona fría
Forma del fruto	Forma 6= 13 % Forma 5= 13 % Forma 3= 4 % Núm. de formas = 16	Forma 8=53 % Forma 7=17 % Forma 9=10 % Núm. de formas = 11
Lenticelas	Ausente = 52 % Pocas = 24 % Intermedias = 0% Intensas = 24 %	Ausentes = 60 % Pocas = 23 % Intermedias = 11 % Intensas = 6 %
Densidad de espinas	Tipo 1= 26 % Tipo 3 = 18 % Tipo 5 = 30 % Tipo 7 = 21 % Tipo 9 = 5 %	Tipo 1 = 19 % Tipo 3 = 17 % Tipo 5 = 17 % Tipo 7 = 25 % Tipo 9 = 22 %
Color del fruto	Blanco = 8 % Blancuzco = 58 % Verde = 21 % Verde oscuro = 13 %	Blanco = 9 % Blancuzco = 2 % Verde = 42 % Verde oscuro = 47 %

Las diferencias examinadas hacen referencia a las zonas ecológicas. Sin embargo, existen diferencias aun entre las accesiones presentes dentro de un mismo huerto familiar y entre los huertos familiares de una región. El Cuadro 3 muestra las localidades en donde se recolectaron varias accesiones y se observaron que dentro de una misma localidad las accesiones varían en

cierto grado ya que se distribuyen en diferentes núcleos del fenograma de caracteres morfológicos. Evidentemente, la zona cálida es en donde se puede presentar mayor variación, ya que sus localidades presentan accesiones en mayor número de núcleos, comparados con las de zona fría. La relación entre el número de núcleos en los que se encuentran las accesiones de una localidad específica y el número total de accesiones, en promedio, es más alto en la zona cálida (0.68 ) que en la zona fría (0.44).

**Cuadro 3.** Variación del número de accesiones por localidad y número de núcleos a los que pertenecen.

Localidad	Zona	Núm. de accesiones	Núm. de núcleos	Relación núcleos/accesiones
Sn. José Ikbolay	Cálida	6	4	0.56
Salacuín, Cobán	Cálida	9	5	0.67
Sechaj, Chisec	Cálida	5	5	1.00
Trece Aguas, Chisec	Cálida	4	2	0.50
<i>Media</i>		0.68		
Sn. Luis, Sn. Juan Chamelco	Fría	12	4	0.33
Las Pacayas, Sn. Cristóbal	Fría	9	4	0.44
Chamil, Sn. Juan Chamelco	Fría	8	4	0.50
Chichoj, Sn. Cristóbal	Fría	8	4	0.50
<i>Media</i>		0.44		

El tipo de huerto familiar define la composición y riqueza vegetal que lo compone. Azurdia *et al.* (2000) indican que en la zona fría del departamento de Alta Verapaz, los huertos familiares son en su mayoría de tipo comercial, en los cuales el guisquil siempre está presente. Los productos de esos huertos son comercializados en los mercados locales o regionales porque existen buenas vías de comunicación y mayor desarrollo urbano. Por el contrario, en la zona cálida los huertos son más pequeños, con mayor riqueza de especies, destinándose la producción al autoconsumo. En este sentido, no es raro que en la zona fría los frutos tengan formas menos variables, siendo el más común el de forma redondeada de color verde o verde intenso, sin muchas lenticelas, características requeridas por el mercado. A su vez, en la zona cálida, se puede encontrar mayor tipo de fenotipos, debido a que la presión de selección por parte de los agricultores en cuanto a tipos específicos, es menor.

### Diversidad isoenzimática

El estudio de algunos componentes de la estructura genética de las poblaciones de *S. edule* (Cuadro 4) indica la existencia de baja riqueza alélica lo que implica deriva genética como resultado del “cuello de botella” producido por el menor tamaño de la población. Además, el alto grado de heterocigosidad observado en la población de la parte Alta (fría) indica la existencia de cruzamiento, lo cual es esperado dado que esta especie es polinizada por insectos. Por el contrario, en la parte Baja (cálida) la heterocigosidad se reduce. Esto se debe a que en los huertos de la parte Alta existe mayor número de plantas por huerto familiar que en la parte Baja, produciendo un efecto de aislamiento que conduce a la reducción del cruzamiento y por lo tanto, reducción de la heterocigosidad. La frecuencia alélica presente en cada una de las dos regiones en estudio indica que existe separación entre los materiales de ambas regiones.

**Cuadro 4.** Algunos componentes de la estructura genética de poblaciones de *Sechium edule* en dos eco-regiones de Alta Verapaz, Guatemala.

Isoenzima	Gen asignado	Alelo	Eco-región			
			Región fría		Región cálida	
			Frecuencia	Heterocigotes	Frecuencia	Heterocigotes
EST	1	100	0.44		0.00	
		101	0.56	54 %	1.00	0%
	2	100	0.50		0.47	
SKD	1	101	0.50	100%	0.53	95%
		100	0.50	100%	0.63	51%
SOD	1	100	0.47		0.29	
		101	0.53	62%	0.71	46%
MDH	1	100	0.62		0.26	
		101	0.38	76%	0.74	51 %
PRX	1	100	0.33		0.26	
		101	0.67	65 %	0.74	51%

Al analizar en forma individual cada uno de los materiales de ambas regiones, el fenograma elaborado indicó que algunos materiales son propios de la zona cálida o bien de la zona fría. Sin embargo, existen núcleos que están conformados por materiales de ambas regiones.

Dentro de cada localidad existe diferente nivel de diversidad. En este sentido, el Cuadro 5 resume las características de cada núcleo conformado en el fenograma. Es evidente que se observa más variabilidad en la zona cálida con respecto a la fría (relación 0.67 vs. 0.52, respectivamente), confirmando así los resultados obtenidos en base a datos morfológicos. Es notorio que en la parte cálida, las localidades de Salacuim, San José Ikbolay y Raxhujá son los más variables, mientras que San Luis, Chichoj y Chichoc lo son en la parte Alta o fría.

**Cuadro 5.** Variación en el número de accesiones por localidad y número de núcleos a los que pertenecen. Basado en la información isoenzimática.

Localidad	Zona	Accesiones	Núcleos	Relación núcleos/accesiones
Trece Aguas	Cálida	4	2	0.50
Sn. Lucas Samox	Cálida	2	2	1.00
Salacuim	Cálida	9	5	0.56
San José Ikbolay	Cálida	5	4	0.80
Sechaj	Cálida	4	2	0.50
Raxhujá	Cálida	3	3	1.00
Media				0.67
Guiquel	Fría	8	3	0.37
Chichoj	Fría	6	4	0.67
Las Pacayas	Fría	8	3	0.37
San Luis	Fría	12	4	0.33
Chamil	Fría	5	2	0.40
La Colonia	Fría	4	2	0.50
Bancab	Fría	3	2	0.66
Raxnha	Fría	4	1	0.25
Chichoc	Fría	3	3	1.00
Media				0.52

### Diversidad molecular basada en AFLPs

Estudios realizados con esta metodología muestran resultados similares a los obtenidos con otros marcadores bioquímicos y moleculares (Azurdia *et al.*, 1999), por lo tanto, dicha metodología es de alta confiabilidad. Por esta razón, el uso de AFLPs es una metodología apropiada para estudios de diversidad genética, especialmente en aquellas especies en las que poco o nada se ha hecho a nivel molecular, tal es el caso del guisquil.

Se obtuvo bandas polimórficas utilizando cuatro combinaciones de iniciadores *primers*, produciendo en total 38 bandas de diferentes longitudes. El análisis de agrupamientos o conglomerados mostró que la especie silvestre emparentada del guisquil (*S. compositum* y *S. edule*) está completamente separada del resto de materiales de guisquil cultivado, número 51 y 52 en la Figura 1. Así mismo, esta especie silvestre (*S. compositum*) está más cercana al material reconocido como *S. edule* en condición silvestre y de origen mexicano. De esta manera, se pueden plantear las siguientes inquietudes: ¿el llamado guisquil silvestre de origen mexicano, pertenece realmente al taxon *S. edule*?, o bien, ¿debe clasificarse como otra especie dentro del género *Sechium*?. Si es realmente *S. edule* en estado silvestre, podría inferirse que puede ser el ancestro directo de *S. edule*. Por otro lado, ¿cuál es la relación entre este material mexicano y la especie *S. compositum*?, referida como el pariente silvestre más emparentado con *S. edule*. Debe considerarse que *S. compositum* crece en forma natural en Guatemala y en la frontera de México con Guatemala; por lo tanto, en forma natural no está en contacto con el llamado *S. edule* silvestre, el cual crece en forma silvestre en Veracruz y Oaxaca, México (Lopez, 1991; Newstron, 1991). La información generada con los marcadores moleculares es un indicio de la cercanía existente entre *S. compositum* y el llamado guisquil silvestre de México. En todo caso, para dilucidar estas interrogantes, se requiere de estudios complementarios ya sugeridos por Newstron (1991).

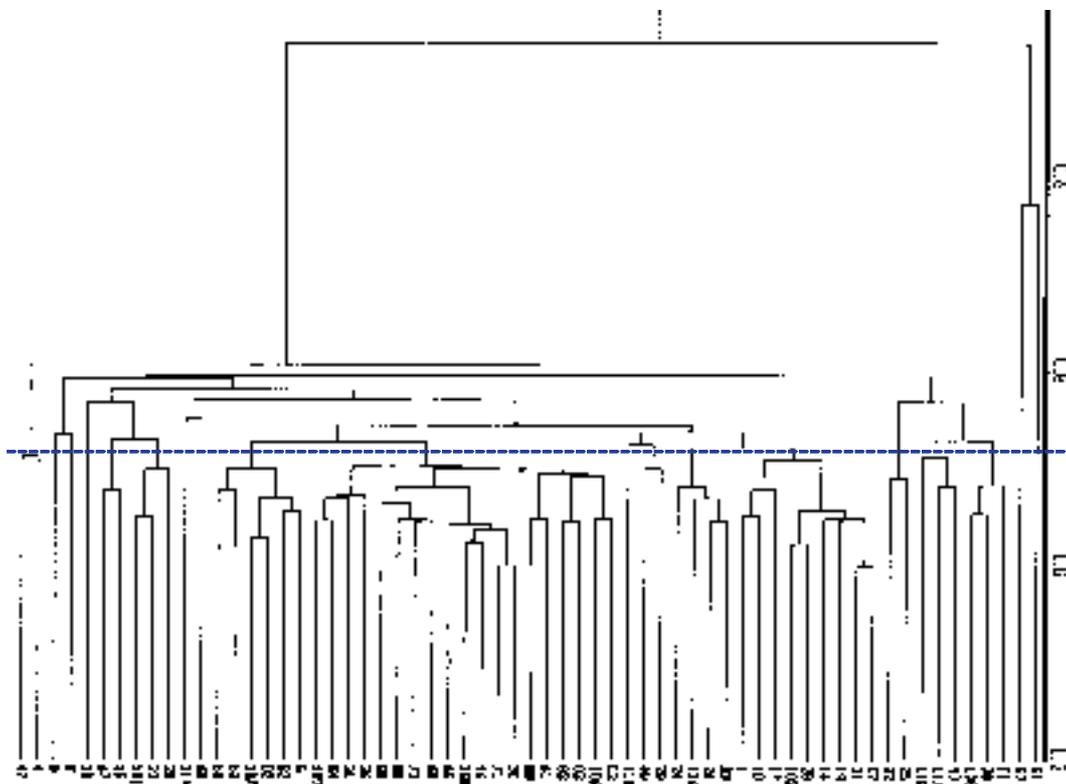


Figura. 1. Similitud entre los diferentes materiales de guisquil de Alta Verapaz basada en el análisis de AFLPs.

Los materiales de guisquil cultivados comercialmente en Guatemala corresponden a tres tipos o variantes; 'Perulero blanco', 'Negro' como los más antiguos y abundantes, y 'Chayote', recientemente en condiciones de cultivo. Se desconoce el origen de los mismos; sin embargo, algunos agricultores mencionan que en el caso del 'Chayote', fue introducido de México (el nombre común pertenece al nombre que se le asigna a *S. edule* en México). Es interesante observar en la Figura 1, que los materiales cultivados, se distribuyen en diferentes grupos y no están asociados a ningún grupo de materiales de huertos familiares de la parte cálida o fría. Se puede decir que estos materiales cultivados no se diferencian claramente de los materiales presentes en los huertos familiares; por lo tanto, la base genética presente en ellos es aún amplia. El cultivo de guisquil en Guatemala no utiliza variedades provenientes de un programa de mejoramiento; es decir, los materiales utilizados no han sido modificados sustancialmente en relación con los cultivados en el huerto familiar.

Los grupos conformados en el fenograma de la Figura 1 no muestran una clara separación entre los materiales de cada una de las regiones bajo estudio (Cuadro 6). La técnica AFLPs registra mutaciones a todo lo largo del genoma; por lo cual, los resultados obtenidos muestran la diversidad genética presente en los materiales estudiados. En el caso presentado con caracteres morfológicos e isoenzimáticos, existe alguna separación entre los materiales de la parte cálida y fría. Esta variación fue parcial y es el resultado de pocos genes responsables de los caracteres cualitativos y cuantitativos del fruto (seleccionados por los cultivadores), así como de algunos que participan en el metabolismo (específicamente isoenzimas), el cual es influenciado por las condiciones ambientales.

**Cuadro 6.** Resumen de los núcleos formados por el fenograma con información de AFLPs representativo de las accesiones de guisquil (*Sechium edule*) de Alta Verapaz incluidas muestras de materiales cultivados comercialmente.

Núcleo	Núm. de muestras	Zona cálida	Zona fría	Var. cultivada
1	6	1	4	1
2	2	2	0	
3	16	11	4	1
4	25	6	18	1
5	1	0	1	
6	1	0	1	
7	5	3	2	
8	1	1	0	
9	2	2	0	
10	2	1	1	

A nivel de localidad, el análisis de variabilidad, en cada zona de estudio, mostró que en la zona cálida las localidades de Ikbolay, Sechaj y Raxhujá tienen materiales representados en el mayor número de grupos de diversidad conformados en el fenograma de la Figura 1. Guisquil, Tampoc, Chichoj y Bancab son las localidades con mayor diversidad en la zona fría (Cuadro 7).

### Consideraciones acerca de conservación *in situ*

Pocas especies producen frutos con tanta diversidad morfológica, principalmente, en forma, tamaño, tipo de epicarpio y en menor grado, color, como la observada en guisquil. Por esta razón, esta especie parece tener un gran potencial desde el punto de vista de recursos genéticos (Lira, 1996). Por lo tanto, esta diversidad genética debe ser utilizada como base para el mejoramiento genético. Hasta hoy, poco se ha hecho en Guatemala en mejoramiento genético, así mismo, poco se conoce sobre la base genética que gobierna los caracteres morfológicos y fisiológicos importantes para la producción de guisquil. Es necesario realizar más investigación al respecto, lo cual requiere como elemento condicionante, la conservación de la diversidad presente.

**Cuadro 7.** Variación del número de accesiones por localidad y número de núcleos a los que pertenecen basada en información de AFLPs.

Localidad	Zona	Accesiones	Núcleos	Relación núcleos/accesiones
Ikbolay	Cálida	4	3	0.75
Salacuim	Cálida	9	4	0.44
Sechaj	Cálida	5	4	0.80
Raxhujá	Cálida	3	3	1.00
<i>Media</i>				0.75
Guiquel	Fría	4	4	1.00
Tampoc	Fría	5	4	0.80
Chichoj	Fría	6	4	0.66
Las Pacayas	Fría	5	2	0.40
San Luis	Fría	5	3	0.60
Bancob	Fría	3	3	1.00
<i>Media</i>				0.75

En condiciones silvestres se encuentran identificadas, a la fecha, sólo algunas poblaciones dispersas de guisquil en los estados de Veracruz, Oaxaca, Puebla e Hidalgo (López, 1991; Newstrom, 1991; Lira, 1996). Además, la especie silvestre más emparentada al guisquil (*S. compositum*) se encuentra distribuida en la costa sur de Guatemala y en el sur oriente de Chiapas, México. Por lo tanto, la conservación *in situ* de la diversidad genética del guisquil presente en Guatemala, se puede realizar exclusivamente en huertos familiares. Hasta ahora no se tiene ningún estudio de esta naturaleza, por lo cual la información generada en este trabajo de investigación es importante para tratar de entender cómo está la diversidad genética distribuida en los huertos familiares y a la vez, sugerir metodologías de conservación.

Como se observó en campo, en cada huerto familiar existen pocos individuos de guisquil y no se puede hablar de poblaciones reales; además, cada uno de estos individuos se diferencia en su morfología de fruto; es decir, existen diferentes "variedades locales" en el mismo huerto. Al comparar los huertos de la zona cálida con los de la zona fría, se observaron diferencias entre el germoplasma presente, principalmente de tipo fenológico, ya que los materiales genéticos de la zona cálida se cosechan a mediados del año y los de la zona fría al final del año. El análisis isoenzimático y molecular amplió la información disponible, por lo que con estos elementos, se pueden examinar algunos factores que afectan la conservación *in situ*, basados en los conceptos teóricos de la genética de poblaciones.

La diversidad genética de guisquil se reduce por el tamaño pequeño de la población presente en cada huerto familiar, lo que ocasiona deriva genética. Por esto, se puede suponer que las variedades locales presentes en los huertos familiares tienen una composición particular de alelos. De acuerdo a Guarino y Hoogendijk, (2000), el intercambio de material reproductivo entre los diferentes huertos (lo cual es parte del concepto de huerto) de una localidad o diferentes localidades puede contrarrestar el efecto negativo generado por la deriva genética. El sistema de cruzamiento de guisquil es de tipo entomófilo, lo cual define que esta especie es básicamente de polinización abierta. Se sabe que las poblaciones de polinización abierta tienen mayor diversidad dentro que entre poblaciones (Azurdia *et al.*, 1999); por lo que, debe entenderse que basta con conservar mayor número de individuos en una población antes que diferentes poblaciones. Para el caso de guisquil en huertos familiares, se analizó que no existen poblaciones verdaderas dentro de cada huerto, y está afectado por el hecho de que actúan como unidades separadas (factor aislamiento) debido a la estructura, así como al manejo que le dan los propietarios. El concepto de cantidad de diversidad genética definido por el sistema de cruzamiento no se aplica en su totalidad, en este caso.

El tamaño reducido de las poblaciones de guisquil en los huertos familiares, puede inducir depresión endogámica. De acuerdo a Frankel & Soule (1981; citados por Guarino y Hoogendijk, 2000), el tamaño mínimo de una población es de 500 individuos para mantener la diversidad genética, balancear la tasa de mutaciones y reducir los efectos de deriva genética. Además, 50 individuos son suficientes para minimizar los efectos de la depresión endogámica. Este tamaño de población no se puede alcanzar a nivel de huerto familiar para el caso de guisquil. Por lo tanto, es necesario pensar en la distribución de la diversidad genética a nivel eco-regional como una primera aproximación.

Brown y Marshall (1995) proponen un número de 50 sitios por cada eco-región para efectos de conservación *in situ*. En este sentido, es conveniente seleccionar huertos familiares presentes en diferentes localidades en cada región, preferentemente donde existen varios fenotipos que, como se ha mostrado, normalmente son relativamente diferentes a pesar de que se encuentren en el mismo huerto familiar.

Continuar con estudios más detallados sobre la distribución de la diversidad genética en poblaciones de guisquil en huertos familiares, utilizando marcadores bioquímicos y moleculares, es uno de los caminos para definir claramente la distribución de la diversidad genética y contribuir al conocimiento a fin de establecer una metodología de conservación *in situ*. La presente investigación mostró que la diversidad genética de guisquil (basada en morfología de fruto) varía de localidad a localidad, en cierto grado, entre eco-regiones; y además, que las características de las poblaciones y su sistema de cruzamiento permiten adelantar que la conservación *in situ* debe enfocarse en alto número de poblaciones (alto número de huertos con pocos individuos) a pesar de ser una especie de polinización abierta.

En este sentido, se propone establecer un sistema de huertos familiares localizados en las dos eco-regiones (cálida y fría) ya que el factor ambiental define en parte la variabilidad. Con el programa FLORAMAP (Jones y Gladkov, 1999) se realizó un análisis de grupos basado en características climáticas de las localidades en las cuales se encuentran los huertos familiares en estudio. Se comprobó que existen dos grupos, los huertos de la parte fría y los de la parte cálida; por lo tanto, se debe hacer una unidad de conservación *in situ* para cada una de estas regiones y seleccionar aquellas localidades en las cuales se presenta la mayor variación en los materiales de guisquil. Se cuenta con información a tres niveles, morfología de fruto, variación isoenzimática y variación molecular. Las localidades que presentan mayor variación en estos niveles, serán seleccionadas para conformar la unidad de conservación *in situ*. El Cuadro 8 resume esta información. Estos resultados se refuerzan mediante el análisis de diversidad genética utilizando el programa DIVA (Hijman *et al.*, 2000) y datos de variabilidad basados en AFLPs.

**Cuadro 8.** Localidades recomendadas para conformar la unidad de conservación *in situ* de guisquil (*Sechium edule*) en el departamento de Alta Verapaz, Guatemala.

Eco-región	Localidad	Nivel de variación			
		Morfología	Isoenzimas	AFLPs	Media
Cálida	Ikbolay	0.66	0.80	0.75	0.74
	Sechaj	1.00	0.50	0.80	0.77
	Raxhujá	1.00	1.00	1.00	1.00
	Salacuim	0.67	0.56	0.44	0.56
Fría	Chichoj	0.50	0.67	0.66	0.61
	Guiquel	0.50	0.38	1.00	0.63
	Tampoc	0.50	0.67	0.80	0.66
	Bancab	0.40	0.66	1.00	0.68

En cada una de las localidades anotadas se debe tomar el mayor número de huertos familiares de tal manera que la población real (la sumatoria de las plantas de guisquil presentes en todos los huertos) sea lo más grande posible. De esta manera se puede aplicar el concepto de especies de polinización abierta, la mayor diversidad genética se encuentra dentro de la población antes que entre poblaciones. Por lo tanto, se espera tener más individuos de guisquil en una localidad antes que seleccionar más localidades.

Este tipo de estudio necesita complementarse con otros de la especie clave del huerto familiar ya que es un agroecosistema constituido por un número alto de especies con utilidad antropogénica. La metodología propuesta en este artículo trata de combinar la información obtenida a partir de diferentes fuentes; ambiental, morfológica, bioquímica y molecular, y se buscan los puntos críticos y su mejoramiento.

### Referencias

- Azurdia, C. 1996. AFLP: nuevo marcador molecular útil en estudios de diversidad genética. Pp:45-46 In: C. Azurdia (ed), *Lecturas en Recursos Genéticos*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala, Guatemala.
- Azurdia, C., D. Debouck, J. Tohme y I. Chacon. 1999. Diversidad genética de *Phaseolus vulgaris* silvestre de Guatemala usando marcadores bioquímicos (faseolinas) y marcadores moleculares (AFLPs). *Tikalia (Guatemala)* 17:81-98.
- Azurdia, C., M. Leiva y E. López. 2000. Contribución de los huertos familiares para la conservación *in situ* de recursos genéticos vegetales. II. Caso de la región de Alta Verapaz, Guatemala. *Tikalia (Guatemala)* 18:35-78.
- Azurdia, C., H. Ayala, L. Mejía, M. Grum, F. Figueroa, N. Colíndres y S. Ayala. 1999. Tasa de cruzamiento y estructura genética de una población de zapote (*Pouteria sapota*). *Tikalia (Guatemala)* 1:59-80.
- Brown, A.H.D. and D.R. Marshall. 1995. A basic sampling strategy: theory and practice. Pp:75-91 In: L. Guarino, V. Ramanatha & R. Reid (eds), *Collecting Plant Genetic Diversity. Technical Guidelines*. CAB International, Wellesbourne.
- Cruz, A. y D. Querol. 1985. Catálogo de recursos genéticos de chayote (*Sechium edule* Sw.) en el Centro Regional Universitario Oriente de la Universidad Autónoma de Chapingo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.
- Engels, J.M. 1983. Variation in *Sechium edule* in Central America. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:706-710.
- Guarino, L. and M. Hoogendijk. 2000. Homegardens as a Micro-environments: Implications for Genetic Diversity and its Conservation. *Documento de trabajo*. IPGRI. Cali, Colombia.
- Hijmans, R., J. M. Cruz, E. Rojas and L. Guarino. 2000. DIVA, version 1.2. A geographic information system for the management and analysis of genetic resources data. Manual. International Potato Centre, Lima, Peru.
- Jones, P. G. and A. Gladkov. 1999. Flora map: A computer tool for predicting the distribution of plants and other organisms in the wild, Version 1. A. L. Jones (ed.). CIAT CD-Rom Series. Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia.
- Lira, R. 1996. Chayote. *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 8. Institute of Plant Genetic and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- López., M. de J. 1991. Estudio fitoquímico del chayote silvestre (*Sechium edule* (Jacq.) Sw) y géneros emparentados taxonómicamente. Tesis Quím. Agr. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas. México.
- Maffioli, A. 1981. Recursos genéticos de chayote *Sechium edule* (Jacq.) Swartz, (*Cucurbitaceae*). Unidad de Recursos Genéticos, CATIE, Costa Rica.
- Newstrom, L. 1991. Evidence for the origin of chayote, *Sechium edule* (*Cucurbitaceae*). *Econ. Bot.* 45:410-428.

## Identificación de arquetipos de pitahaya cv. roja (*Hylocereus undatus*) en Yucatán

M. Meza R.<sup>1</sup>, D. Cituk-Chan<sup>2</sup>, R. Ortiz Ortiz<sup>2</sup> y L. Borges G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ex alumna de Maestría del Instituto Tecnológico Agropecuario No.2, Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios (CIGA).

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico Agropecuario No.2, Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios Km 16.3 Antigua Carretera Mérida-Motul, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

### Summary

**Identification of archetypes of pitahaya cv. red (*Hylocereus undatus*) in Yucatan.** Pitahaya (*Hylocereus undatus*), is a specie native to the Americas whose fruits and cutting have been used since pre-hispanic times. Currently in the Yucatan State, Mexico there is a broad genetic variability, still not identified, resulting from sexual or asexual propagation and expressed in growth habit, flowering and fruiting, fresh color and nutritional value of protein, N and P in the home gardens and traditional systems. In the experimental area of tropical fruits from the CIGA-ITA 2 Conkal, Yucatan, research was conducted in four parts. Phase one consisted of the identification of 12 archetypes of pitahaya cv. red according to the vegetative traits and flowering and fruiting under field conditions. These results were analyzed by multivariate analysis with NTSYS 2.0. In the second phase the nutritional content of protein, P and K of pitahaya fruits was analyzed, and compared with carrots and soursop. In the third phase, the propagation of the 12 pitahaya archetypes was carried out. Initial results showed that 53.56% of morphological variation was concentrated in the first two principal components. Both principal components and cluster analysis showed consistence in the six cluster groups of archetypes. At 65 days after planting, the fifth archetype, with greatest foliar growth and vegetative bud length, was recognized. Phase four identified the presence of the pathogen *Erwinia* sp., observed mainly in October and November in the nursery.

**Key words:** archetypes, genetic variability, *Hylocereus undatus*, native, pitahaya, propagation.

### Introducción

Entre las numerosas especies de cactáceas de mayor importancia económica en México, por sus frutos, pertenecen a los géneros *Opuntia*, *Hylocereus* y *Stenocereus*. El aprovechamiento de estas especies, en algunas regiones de Mexico, es principalmente a través de la recolección de frutos en estado silvestre o bien su cultivo en huertos familiares. Sin embargo, en los últimos tres años, el cambio de actitud de los cultivadores por establecer sistemas intensivos de producción para surtir el mercado demandante ha marcado la orientación de las recientes investigaciones en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Para el caso en Yucatán, de 2001-2002 fueron establecidas en promedio 937 ha de las que sólo 300 ha fueron cosechadas con una producción de 1,200 ton; durante este periodo se observó un crecimiento de 71 % (Koo *et al.*, 2001). Las zonas de cultivo se encuentran distribuidas en zonas estratégicas en función del tipo de suelo, clima, y condición agroecológica.

Las pitahayas son plantas nativas de América que producen un fruto llamativo y exquisito. Su cultivo, en buena medida, sigue siendo tradicional, a pesar de que tienen amplia demanda en el mercado regional, y es apreciado y demandado en el mercado internacional. Colombia y Nicaragua son los principales países productores y han desarrollado técnicas modernas de cultivo (Góngora, 1994; Ortiz y Livera, 2000).

En México, existe poco conocimiento que mejore los sistemas de producción de pitahayas para su mejor aprovechamiento a nivel de huerto familiar, el cultivo es aún incipiente. Las pitahayas cultivadas muestran excesiva variación morfológica en la estructura de la planta como consistencia de los brotes vegetativos, aristas, disposición de areolas y espinas, tamaño de las estructuras florales, color de pulpa en el fruto y períodos de fructificación. Este último carácter dificulta el manejo intensivo, ya que en ocasiones el mercado exige ciertas características para la comercialización. Dentro de esta necesidad, el objetivo de este trabajo consistió en identificar "arquetipos" (poblaciones con estructuras o plantas idóneas para la siembras comerciales) de pitahaya con potencial económico.

### ***Materiales y métodos***

El trabajo se desarrolló en las instalaciones e infraestructura del Instituto Tecnológico Agropecuario ubicado en el km 16.3 de la antigua carretera Mérida-Motul, Conkal, Yucatán, México a 19° 20' de latitud Norte y 20° 37' de longitud Oeste de los meridianos y una altitud de 8 msnm. La investigación consistió de cuatro fases; I) descripción vegetativa y reproductiva, II) contenido nutricional del fruto, III) propagación vegetativa, y IV) detección de agentes patogénicos.

La información presentada corresponde a una muestra de 12 arquetipos (=variantes morfológicas) provenientes de una población de 250; es decir, el 4.8% de la población total. La selección de los arquetipos, para su posterior evaluación, se basó en características fenotípicas, morfológicas, hábito de crecimiento, fructificación y frutos de epidermis de color rojo, sabor dulce mayor de 12 °B, peso promedio de 400 hasta 700 g y forma ovalada.

Una vez seleccionados los 12 arquetipos se evaluaron las características siguientes; longitud del brote vegetativo (cm), número de aristas, número de espinas, número de botones florales, longitud de pétalos (cm), número de estambres, número de sépalos (cm), longitud de estigma (cm), longitud del estilo (cm) y diámetro del estilo en (cm).

El análisis nutricional fue realizado para determinar el contenido de proteínas, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, B, Zn y humedad de la pulpa. Previo a la determinación de cada elemento, la cáscara/pulpa fue deshidratada a 65°C durante 24 horas, el peso de la pulpa se registró en base fresca. Para la determinación de N, se pesó 1 g de la muestra molida, se agregó 1 g de mezcla del reactivo selénica con 20 ml de ácido sulfúrico QP (químicamente puro); posteriormente se procedió a la digestión y destilación agregando sulfuro de amonio, 60 ml de hidróxido de sodio (sosa). De la destilación se obtuvo 150 ml de solución que se procedió a titular con ácido sulfúrico 0.1 N. El valor obtenido de la muestra equivale al nitrógeno obtenido en 100 g de muestra (cáscara/pulpa). Para estimar el valor de proteína contenida en la pulpa del fruto, el valor calculado para el nitrógeno fue multiplicado por el factor 6.45.

Para el análisis de K, macro y micro elementos, se aplicó la cuantificación por absorción atómica. En Ca y Ma se usaron inhibidores como el cloruro de lantano y en Fe, Cu, Mn y Zn se cuantificaron directamente. Para la calibración del espectrofotómetro de absorción atómica se supervisó el flujo de aire y el flujo del acetileno para obtener la mezcla adecuada. Para la cuantificación de Fe, Mg, Zn y Mn se utilizó la lámpara de deuterio. Previo a todo esto se calibró el equipo mediante el ajuste de la curva por mínimos cuadrados con los diferentes estándares de cada elemento. Para fósforo se utilizó la técnica de ELON. El porcentaje de humedad se estimó con 0.2 g de muestra secada a 100°C durante 24 horas.

Para evaluar la capacidad regenerativa en la propagación, el material utilizado se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 20 % y utilizando alcohol al 70% para los instrumentos. El tamaño de los brotes vegetativos fue de 20 cm con el corte de la yema terminal. Lo anterior tuvo como objetivo romper la dominancia apical del brote vegetativo, promoviendo una estimulación de las yemas vegetativas. La propogación y cuidado en vivero fue homogénea para todos los materiales. En el vivero se evaluó la longitud de brotes vegetativos (cm) y área foliar (cm<sup>2</sup>).

La identificación de agentes patógenos fue orientada hacia el aislamiento de bacterias. Con la finalidad de aislar la bacteria, se realizó el muestreo de material con síntomas de bacteriosis infectado en forma natural (daños en el campo), se realizaron cortes de 1 cm y desinfectado con hipoclorito de sodio 1% durante un minuto. El sub-cultivo se realizó en condiciones asépticas en cajas de petri con medio de cultivo agar-papa-dextrosa. Para determinar el género y especie de la bacteria fue necesario aplicar cuatro pruebas; pudrición de tubérculos de papa, tinción de Gram, producción de pigmento amarillo (fluorescencia), y el metabolismo oxidativo y de fermentación de carbohidratos.

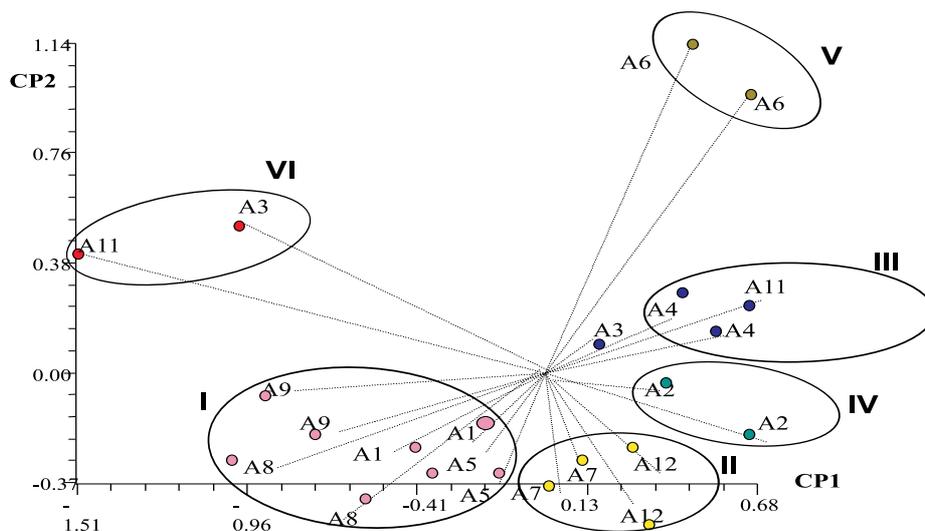
*Análisis estadístico de la información.* Con las variables de la descripción vegetativa, fenológica y reproductiva, y contenido nutricional del fruto, se realizó un análisis de componentes principales (CP), con datos estandarizados, utilizando dos réplicas por arquetipo mediante el programa NTSYS. Así mismo, se realizó un análisis de conglomerados usando las distancias euclidianas y el agrupamiento mediante el ligamiento promedio. La diferencia entre arquetipos respecto a los caracteres vegetativos durante la propagación en vivero se obtuvo a través de un análisis de varianza y la comparación de promedios por el método de Tukey.

**Resultados y discusión**

**Descripción de caracteres vegetativos, de floración y fruto**

El análisis de componentes principales (ACP) permitió determinar la existencia de una variación morfológica de un 53.56% en los primeros tres componentes principales; el CP1 con 25.35% de variación incluye las características de peso del fruto, número de brácteas basales y grados Brix, y el CP2 (17.95%) y CP3 (10.25%) captaron en mayor medida de la variación de caracteres vegetativos y número de aristas, respectivamente. Estos resultados superan a lo mencionado por Maldonado (2000) donde reporta una variación de 46.42% (para los primeros componentes principales) de las colectas evaluadas, en pitahaya cv. blanca *Hylocereus undatus*. Sin embargo, Chávez y Castillo (1999) al caracterizar otra especie hortícola obtuvo resultados que explicaron la variación morfológica por encima del 60%.

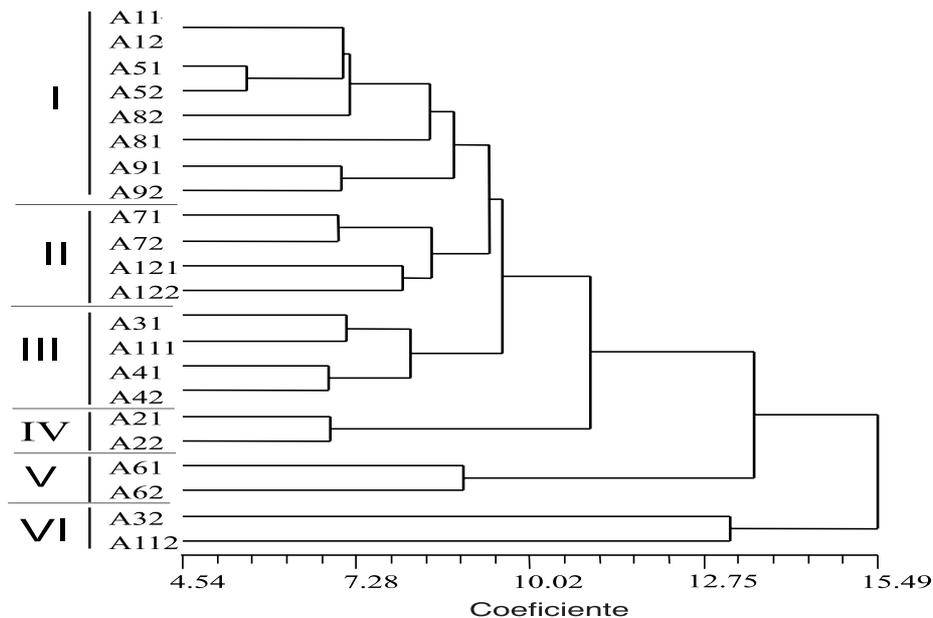
En la Figura 1 se graficaron los dos primeros componentes principales, lo que permite distinguir la identificación y agrupación de los arquetipos de pitahaya. Se aprecia la distribución e integración de seis grupos de pitahaya cv. roja *Hylocereus undatus*. Así, el grupo VI comprende al A3 y A11 basándose en las características vegetativas de floración y de fructificación; el



**Figura 1.** Distribución de los 11 arquetipos (A) de pitahaya y su integración en seis grupos en función de los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2) de acuerdo a los caracteres vegetativos, de floración y fructificación.

grupos V con el A6; III integra a A3, A11, y A4; y IV A2 los que se dispersan en la parte inferior. Los grupos opuestos son el grupo I con A9, A8, A5 y A1 y el grupo II (A7 y A12) presentando las características de fructificación del CP1.

El análisis de conglomerados con las mismas variables utilizadas en el ACP permitió orientar de una forma más congruente los agrupamientos de los arquetipos evaluados. En la Figura 2 (dos muestras por número de arquetipo) se presenta el dendrograma con los grupos siguientes:



**Figura 2.** Dendrograma de 11 arquetipos (A) de pitahaya cv. roja (*Hylocereus undatus*) obtenidos por distancia euclidiana, utilizando caracteres vegetativos de floración y de fructificación.

**Grupo I.** Integrado por los arquetipos 9, 8, 5 y 1 los que presentan hábitos de crecimiento rastrero, botes vegetativos con tres aristas de 32.3 cm, 29 espinas de apertura floral nocturna y hermafrodita. La flor está integrada con un estigma de 2.4 cm, 933 estambres, estilos de 21.3 cm y con 27 sépalos y pétalos. El fruto, una baya con 405 g en promedio, 21 cm de diámetro y 12.7 grados Brix.

**Grupo II.** Agrupó a los arquetipos 7 y 12 de flores hermafroditas con 34 sépalos, una longitud de pétalos de 27.33 cm, 1,100 estambres, el estigma de 2.1 cm, un estilo de 22.9 cm y 2.01 mm de longitud y diámetro, respectivamente. La heterostilia de este y otros grupos es frecuente como lo señalan Ortiz y Livera (2000). El fruto pesó 86.1 g de cáscara, 417.2 g de pulpa y con 14.56°B.

**Grupo III.** Los arquetipos 3, 4 y 11 integraron este grupo, que presentó gran variabilidad en longitud de estacas y número de aristas no así para el número de espinas que fueron los indicadores de la inducción floral. Esto coincide con lo reportado previamente por Cituk (1999) para este y otros materiales. Asimismo, se registraron tres ciclos de floración cuyas estructuras florales presentaron un promedio de 862 estambres, 22.5 cm en pétalos, 27.7 cm sépalos, dos cm de estigma y 20.3 cm para el estilo. Los frutos alcanzaron en promedio 453.2 g de pulpa, 67 g de cáscara y 12.5°B.

**Grupo IV.** Está integrado por un arquetipo que supera en el peso del fruto a los grupos I, II, III y VI, al obtener 536 g, 17.4 cm de longitud, 31 cm en diámetro y 15.5°B. Es importante mencionar que el peso del fruto y los grados Brix son parámetros complejos en pitahaya, ya que puede variar por el manejo agronómico e interactuar con el ambiente, y económicamente se ve reflejado en el precio de mercado según Castillo y Cáliz (1995) y Ortiz y Livera (2000).

*Grupo V.* Las características de los arquetipos del grupo son el mayor crecimiento del brote vegetativo (145.5 cm) de tres aristas y 63 espinas, caracteres que influyen en la propagación, peso del fruto y en grados Brix.

*Grupo VI.* Los arquetipos 3 y 11 de este grupo se identifican por presentar flores hermafroditas con el mayor número de estambres (1,842). Estos dos materiales, con fines de investigación, son apropiados para evaluar la cantidad de granos de polen, viabilidad e incompatibilidad, y su influencia en el tamaño, forma y peso del fruto. Cabe mencionar que en este grupo el peso del fruto fue de 448.7 g y 12.25°B.

### Contenido nutricional del fruto

El análisis nutricional del fruto de pitahaya cv. roja de *Hylocereus undatus* presentado en el Cuadro 1 indica la importancia de incluir en la dieta familiar el consumo de la pulpa de pitahaya. El fruto contiene 1.2 g de proteína, 0.09 g en fósforo y 0.4 g de potasio, nutrientes que están asociados con la prevención de desórdenes en el sistema nervioso, cardíaco y estructura muscular. Así mismo, interactúan en forma proporcional con la presencia de Ca, Mg, Mn, Cu, Zn y Fe en el fruto, aunque puede variar de acuerdo al manejo agronómico del cultivo y la nutrición del suelo. Los resultados del análisis coinciden en parte con los reportados por Castillo y Cáliz (1995).

**Cuadro 1.** Resultados del análisis nutricional de la pulpa de pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Elemento/100 g de muestra	Conkal, Yucatán	Castillo y Cáliz (1995)
Proteína (g)	1.2	1.2
Fósforo (g)	0.0948	No detectable
Potasio (g)	0.3873	-
Calcio (mg)	22.16	7.5
Magnesio (g)	0.121	-
Cobre (mg)	1.3166	-
Fierro (mg)	3.0	No detectable
Zinc (mg)	2.1666	-
Manganeso (mg)	0.75	-
Humedad (%)	84.63	87.5

### Crecimiento vegetativo durante la propagación en vivero

*Área foliar de brotes vegetativos.* El análisis de varianza determinó diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre los 12 arquetipos a los 65 días. Mediante comparaciones de medias por el método de Tukey ( $P < 0.01$ ), se identificó al arquetipo 5 como el mayor crecimiento de área foliar. Morales y Dell (1980) mencionan que el área foliar está asociada a la cantidad de hojas, y por consiguiente realizan una mayor absorción de los nutrimentos favoreciendo el crecimiento.

*Longitud del brote vegetativo.* De manera similar al área foliar, hubo diferencias significativas entre los 12 arquetipos respecto al crecimiento vegetativo. La prueba de medias por Tukey ( $P < 0.01$ ) determinó que los arquetipos 5, 2, 12 y 8 fueron similares; no obstante, el primero registró la mayor longitud con 11.6 cm. Estos resultados fueron inferiores a los que obtuvieron, en la misma especie, Koo *et al.* (2001) y Martínez *et al.* (1999), quienes reportan un crecimiento de 20 a 34 cm, también en condiciones de invernadero.

### Identificación de agentes patogénicos

De los análisis realizados a las 24 muestras de material colectado con síntomas de pudrición del filocladodio, se logró determinar que el agente causal es una bacteria fitopatógena grampositiva, de acuerdo a las pruebas de pudrición en papa y tinción, respectivamente (Chi *et al.*, 1998). Así mismo, con base en cinco pruebas químicas y bioquímicas, se logró establecer que la bacteria pertenecía al grupo *Erwinia*. De los 12 arquetipos en estudio, el 9 y 10 mostraron

susceptibilidad a *Erwinia* mediante puntos necróticos, acuosos y halo amarillento. La sintomatología es similar a la que reporta Góngora (1994) correspondiente a la subespecie *Carotovora*.

### Conclusiones

El análisis de conglomerados permitió agrupar a los 12 arquetipos de pitahaya en seis grupos bastante diferentes de acuerdo a los caracteres vegetativos de floración y de fructificación. En relación a los elementos nutritivos, los frutos pueden aportar a las dietas proteínas, fósforo, potasio y en menor proporción cobre, calcio, hierro, manganeso, magnesio y zinc.

Se presentó cierta variación en el crecimiento vegetativo donde el arquetipo 5 presentó el mayor crecimiento de área foliar (107 cm<sup>2</sup>) y longitud de brotes vegetativos (11.6 cm).

*Erwinia* spp. fue el agente causal de puntos necróticos, acuosos y halo amarillento donde los arquetipos 9 y 10 fueron los más susceptibles. La identificación del agente patogénico favorece la definición del método más adecuado de control.

### Referencias

- Castillo M., R. y H. Cáliz de D. 1995. Valores nutricionales del género *Hylocereus* ("pitahaya"). In: D. Granados S. et al. (eds.), Memorias del Primer Simposium Internacional sobre Pitayas y Frutos Afines. División de Ciencias Forestales y del Ambiente, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- Cituk Ch., D. 1999. Caracterización botánica de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Folleto de la DGETA -ITA 2-CIGA. Conkal, Yucatán.
- Chávez S., J.L. y F. Castillo G. 1999. Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) Revista Fitotecnia Mexicana 22:27-41.
- Chi, M.F, Tun S.J y D.Cituk. CH. 1998. Etiología y manejo integral de la bacteriosis (*Erwinia caratovora* Smith) en pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton y Rose). Tesis M.C. Instituto Tecnológico Agropecuario No.2. Conkal, Yucatán.
- Góngora, J. 1994. Manejo fitosanitario de la Pitahaya en Nicaragua: Enfermedades. Pp:99-105 In: Memorias del Primer Encuentro Nacional del Cultivo de la Pitahaya. San Marcos, Nicaragua.
- Koo C., G, D. Cituk CH. y M. Soria F. 2001. Efecto del N y P en el crecimiento de pitahaya cv. Roja (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) en vivero. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, Yucatán.
- Maldonado, P.L. 2000. Caracterización morfológica de colectas de pitahaya blanca (*Hylocereus undatus*) de Yucatán. Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Martínez, G.A., M. López V., Y. Ortíz D. y F. Arce G. 1999. Avances en la nutrición de estacas de pitahaya *Hylocereus undatus* bajo hidroponia e invernadero. In: Memoria de Cártaceas y otras plantas suculentas del II Congreso Mexicano y I Congreso Latinoamericano y del Caribe Oaxaca, México.
- Morales, D. y J.A. Dell. 1980. Efecto de la humedad del suelo sobre el crecimiento de postura de cafetos en viveros con sombra. Instituto de Ciencias Agrícolas, ISAAC, La Habana, Cuba. 179 p.
- Ortíz, H., Y D. y M. Livera M. 2000. Manual para la propagación de pitahaya (*Hylocereus* spp.). CGP1-IPN98800, SIBEJ-CONACYT RNMA 058, CONACYT 3750P Y FMCNB1/21. México.

## Patrones isoenzimáticos de chiles criollos (*Capsicum annum* L.) de Yucatán, México

Sara Hirán Morán Bañuelos, Maribel Ribero Borja, Yesenia García Flores, Porfirio Ramírez Vallejo

Programa de Genética y Laboratorio de Marcadores Genéticos, IREGEP. Colegio de Postgraduados. 56230, Montecillo, Texcoco, México ( [morans@colpos.mx](mailto:morans@colpos.mx) ).

### Summary

**Isozyme patterns on chile pepper landraces (*Capsicum annum* L.) from Yucatan, Mexico.** Mexico has a great variety of cultivated and wild forms of chile pepper (*Capsicum annum* L.) broadly distributed throughout the country. In Yucatan, farmers cultivate chile varieties in cornfields, plots, irrigation parcels, and in pots in home gardens. The proximity of plants have generated the following types: *cha'hua*, *maax*, *sucurre*, *xkat ik* and *ya'ax ik*; all of these belong to the species *C. annum* L. In order to describe the intraspecific isozymic diversity in the community of Yaxcaba, Yucatan, 13 populations were evaluated: *maax* (1), *xkat ik* (2), *sucurre* (2), *ya'ax ik* (4) and *cha'hua* (4). Four systems per gel type revealed isozymically a total of twenty isozymes based on the protocols of Stuber *et al.* (1988): ACO, ACP, ADH, AMP, CAT, DIA, ENP, EST, GDH, GLU, GOT, HEX, IDH, MDH, ME, PGD, PGM, PHI, RUBISCO and SAD. The isozymes CAT, EST, GOT and IDH showed only one locus, while ME, PGD, PHI, and SAD showed two loci, and MDH four loci. Of the 40 genotypes, 27 were homozygous and 13 were hybrids. The polymorphism percentage was of 75%. The variety *ya'ax ik* showed 82.5% of total genotypes, while *maax* and *sucurre* displayed the least variation (55%).

**Key words:** *Cha'hua*, chilli pepper landraces, isozymes, *maax*, *sucurre*, *xkat ik*, *ya'ax ik*.

### Introducción

El chile es un cultivo hortícola de gran demanda en todo el mundo, pertenece al género *Capsicum*, compuesto de aproximadamente 27 especies, de las que *C. annum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* y *C. Pubescens*, se cultivan en todo el territorio mexicano y se encuentra en el mercado todo el año. Diversos autores reconocen a México como el centro de mayor diversidad genética y centro de domesticación de *C. annum* L.; así mismo, los estudios sobre variación morfológica, cromosómica y de hibridización sugieren que las especies silvestres del género *Capsicum* son los ancestros de las variedades cultivadas y que conforme aumenta la domesticación disminuye la variación genética (Pickersgill, 1971 y 1977; Gómez, 1978; Eshbaugh, 1980; Rodríguez, 1988; Corona, 2000). La especie *C. annum* incluye a una gran variedad de plantas de importancia alimenticia para México, ya que de ellas se obtienen frutos apreciados comercialmente, por su pungencia y color característicos.

Además de su importancia como alimento, se ha reportado que la especie es utilizada como medicamento entre las comunidades indígenas en México, Centro y Sudamérica. (Simon *et al.*, 1984; Coe y Anderson, 1996; Ibarra-Manríquez *et al.*, 1997). Los tipos o variantes locales más importantes en México son: Serrano, Ancho, Mulato, Mirasol, Jalapeño, Pasilla, Dulce, Cora y Árbol (Muñoz y Pinto, 1966). Sin embargo, un gran número de variedades locales son poco conocidas a nivel nacional, pero importantes regionalmente; en el estado de Yucatán los campesinos mantienen morfotipos (diversidad de formas de fruto) específicos en las milpas<sup>1</sup>, solares, tierras donde existe acceso al agua de riego y en macetas de la casa. La cercanía entre plantas de diversas formas de chile genera los tipos clasificados localmente como: *cha'hua*, *ma'ax*, *sucurre*, *xcat ik* y *ya'ax ik* de la especie *C. annum*. (Latournerie *et al.*, 2002).

<sup>1</sup> Milpa es un término utilizado en México para referirse al lugar de cultivo de una o más especies.

El objetivo del trabajo fue describir los patrones de bandeo isoenzimáticos en cinco morfotipos de chile de Yucatán, México y determinar la variabilidad u homogeneidad existente en las poblaciones, ya que su forma de herencia está controlada por genes de tipo mendelianos simples, con alelos codominantes y la información se interpreta en términos genéticos. Así mismo, tienen la ventaja de no ser influenciados por relaciones epistáticas que supriman su expresión y son muy estables a cambios ambientales (González, 1986); de esta manera se aportará información del número de loci y alelos, para su utilización en trabajos de diversidad genética.

### **Materiales y métodos**

Se utilizaron plantas de 13 poblaciones que representaron a cinco morfotipos de la especie *C. annuum* L.; *ma'ax* (1), *xcat ik* (2), *sucurre* (2), *ya'ax ik* (4) y *cha'hua* (4). Las semillas fueron proporcionadas por el Instituto Tecnológico Agropecuario (I.T.A.) No. 2 de Conkal, Yucatán, México, éstas se colocaron en una cámara de germinación en condiciones controladas de humedad, luz y temperatura constante de 25°C ± 2°C. Una vez que se desprendió la testa de la semilla de las hojas cotiledóneas se trasplantó a macetas dentro de invernadero. Las plantas crecieron y previo a la etapa de floración se obtuvo una muestra de hojas jóvenes de 30 mg las que fueron homogeneizadas con 150 ml de solución de extracción (5 g de ácido ascórbico y 10 g de sacarosa disueltos en 45 ml de agua destilada, pH 7.38). Con el fin de liberar las enzimas, cada extracto homogenizado fue macerado y sometido a centrifugación (14,000) (rpm) durante 30 min a 4°C. El sobrenadante se almacenó a -18 °C para su posterior corrimiento electroforético. Para este trabajo se asumió que la electroforesis es un método de separación de variantes enzimáticas producto de la sustitución de uno o varios aminoácidos, su secuencia depende del ADN del gen que codifica para esa isoenzima. La preparación, corrimiento y revelado de los geles de almidón de papa hidrolizado se realizó conforme al protocolo de Stuber *et al.* (1988). Las isoenzimas se organizaron para su electroforesis en los sistemas de geles B, C, D y F como sugiere Stuber *et al.* (1988), Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Sistemas enzimáticos analizados y tipo de gel usado para el corrimiento electroforético

<b>Gel (Stuber <i>et al.</i>, 1988)</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Sistema enzimático</b>
B	ACP	Fosfatasa ácida
	GLU	Beta-glucosidasa
	MDH	Malato deshidrogenasa
	ME	Enzima málica
C	ADH	Alcohol deshidrogenasa
	CAT	Catalasa
	ENP	Endopeptidasa
	EST	Esterasa
	GDH	Glutamato deshidrogenasa
	GOT	Glutamato oxalacetato transaminasa
	RUBISCO	Ribulosa bifosfato carboxilasa
D	IDH	Isocitrato deshidrogenasa
	PGD	6-Fosfogluconato deshidrogenasa
	PHI	Fosfohexosa isomerasa
	PGM	Fosfoglucomutasa
	SAD	Ácido shiquímico deshidrogenasa
F	ACO	Aconitasa
	AMP	Arginina aminopeptidasa
	DIA	Diaforasa
	HEX	Hexoquinasa

Se registraron las distancias de migración, los loci y alelos por enzima para cada individuo con base en el trabajo de Loaiza (1985); donde la zona de actividad más cercana al cátodo corresponde al locus 1, la siguiente al locus 2 y así sucesivamente; así mismo, se emplearon

como testigos las líneas S<sup>5</sup> y J<sup>1</sup> que corresponden a chile serrano y jalapeño (*C. annum* L.), respectivamente, ya que resultan altamente confiables por presentar un número constante de alelos por locus (Chávez, 1999). Con los datos obtenidos se estimó el porcentaje de polimorfismo, número de alelos por loci, distancias de migración promedio y frecuencias genotípicas.

**Resultados y discusión**

De los veinte sistemas enzimáticos, sólo nueve revelaron favorablemente: CAT, EST, GOT y IDH muestran un sólo locus; ME, PGD, PHI y SAD dos loci y MDH cuatro loci (Figura 1). Se lograron observar un total de 16 loci; 12 polimórficos (75%). De 40 genotipos; 27 fueron formas homocigóticas (67.5 %) y 13 heterocigóticas (32.5 %). El número promedio de alelos por locus fue de 1.81. Los nueve sistemas isoenzimáticos que mostraron patrones de bandeo definidos, han sido reportados en la literatura (Jensen *et al.*, 1979; McLeod *et al.*, 1983; Chávez, 1999; Corona, 2000); Sin embargo, el número de loci y alelos identificados en el presente trabajo no coinciden, en su totalidad, con lo observado por estos autores para otras especies del género.

Cada población fue caracterizada con base en la presencia de bandas o formas genotípicas identificadas en cada isoenzima (Figura 1) y nombradas como se indica a continuación. En MDH se identificaron cuatro loci a los que se les designó Mdh-1, Mdh-2, Mdh-3 y Mdh-4. Tanto en Mdh-1 como en Mdh-4 se identificó un sólo alelo: Mdh-1<sup>100</sup> y Mdh-4<sup>100</sup>. En Mdh-2 se observó la presencia de dos alelos, el más cercano al cátodo fue Mdh-2<sup>100</sup> y el siguiente Mdh-2<sup>95</sup>. Se observó una forma híbrida resultado de la presencia de ambas bandas, la cual fue nombrada Mdh-2<sup>100/95</sup>. Para Mdh-3 se distinguieron los alelos Mdh-3<sup>100</sup>, Mdh-3<sup>105</sup> y el heterocigoto Mdh-3<sup>105/100</sup>. Los resultados concuerdan con los trabajos de Chávez (1999) y Corona (2000), quienes al aplicar una técnica electroforética similar, a poblaciones de *C. annum* L. y *C. pubescens* R. y P., reportan cuatro loci en MDH; por otro lado, McLeod *et al.* (1983) y Jensen *et al.* (1979) sólo identifican dos loci en las especies *C. cardenasii*, *C. eximium*, *C. pubescens* y *C. tovari*. Loaiza-Figueroa *et al.* (1989) no observó el genotipo heterocigótico del locus Mdh-3 en cultivos procedentes del Sur del México, mientras que las poblaciones de Yucatán aquí evaluadas sí lo presentan.

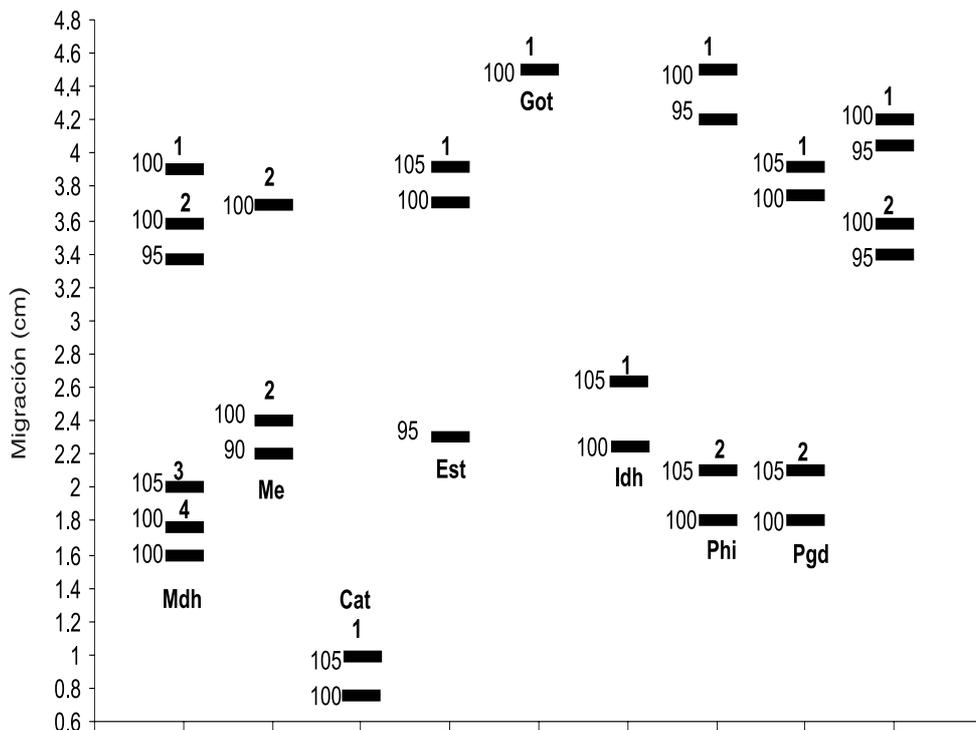


Figura 1. Distancias de migración promedio y patrones de bandeo típicos de 13 poblaciones de *C. annum* L., colectadas en Yucatán, México.

Los loci observados en ME fueron designados como Me-1 y Me-2, el más cercano al cátodo fue monomórfico, observándose sólo el alelo Me-1<sup>100</sup>; es de mencionar que no todas las poblaciones mostraron este locus; los resultados concuerdan con lo reportado por Corona (2000), aunque debido a la baja resolución observada, otros autores podrían reportar la presencia de un sólo locus en este sistema. En el locus Me-2 se observó polimorfismo con dos alelos, el más cercano al cátodo fue Me-2<sup>100</sup> y el siguiente Me-2<sup>90</sup>, lo cual coincide con Chávez (1999); sin embargo, se han reportado hasta tres alelos (Jensen *et al.*, 1979; McLeod *et al.*, 1983). En este locus destacó la presencia de un híbrido; el cual se nombró como Me-2<sup>100/90</sup>.

El bandeo de CAT muestra una zona de actividad única, locus Cat-1, el cual mostró dos alelos; el más cercano al cátodo Cat<sup>105</sup> y el segundo Cat<sup>100</sup>; se observó una forma híbrida asignada como Cat<sup>105/100</sup>. Hay concordancia con otros autores al reportar dos alelos para el mismo género (Jensen *et al.*, 1979; Chávez, 1999; Corona, 2000). Sin embargo, McLeod *et al.* (1983) observaron como monomórfico a este locus en *C. annuum* L., mientras que en el presente trabajo se distinguen los dos alelos y la forma híbrida.

El locus Est-1 presentó el mayor polimorfismo, pues fue posible distinguir tres alelos: Est<sup>105</sup>, Est<sup>100</sup> y Est<sup>95</sup>; y tres híbridos, nombrados en base a los alelos que los forman: Est<sup>100/95</sup>, Est<sup>105/100</sup> y Est<sup>105/95</sup>. McLeod *et al.* (1979) identificaron hasta ocho loci polimórficos para esta enzima; sin embargo, lo que ellos identifican como loci es posible que corresponda a alelos como aquí fueron nombrados y la diferencia puede estar dada por la metodología para identificar y nombrar loci o por los protocolos utilizados. Por otro lado, hay concordancia con el patrón reportado por Conicella *et al.* (1990), quienes señalan la presencia de dos de estas bandas o alelos en colectas del centro de México y una tercera banda para América Central.

En el caso de GOT, se encontró un sólo locus, Got-1<sup>100</sup>, en forma monomórfica en todas las poblaciones analizadas; esta condición es un hecho contrastante con lo señalado por Corona (2000), Jensen *et al.* (1979) y McLeod *et al.* (1983) quienes reportan desde dos hasta cinco loci con variaciones en el número de alelos de uno a tres por locus. La distancia de migración del locus sugiere correspondencia con el locus 2 reportado por Chávez (1999) y Corona, (2000); sin embargo, estos observaron un locus más cercano al cátodo en colectas de esta especie.

En IDH se distingue un locus: Idh-1, con dos bandas alélicas Idh<sup>100</sup> e Idh<sup>110</sup>. Las formas alélicas observadas concuerdan con lo reportado por Loaiza-Figueroa *et al.* (1989), ya que identifican un locus con dos alelos en chiles cultivados en el centro y sur de México, mientras que McLeod *et al.* (1983) y Jensen *et al.* (1979) establecen la presencia de tres loci con dos o tres alelos cada uno. Se observó también la formación de un híbrido, Idh<sup>110/100</sup>, resultado de la presencia de ambas bandas.

En PHI se obtuvo la resolución de dos loci designados como: Phi-1 y Phi-2, cada uno con dos alelos Phi-1<sup>100</sup> y Phi-1<sup>95</sup>; y Phi-2<sup>105</sup> y Phi-2<sup>100</sup>, respectivamente. Es importante señalar que la enzima presenta una baja resolución en este último locus y destacó la presencia de un híbrido denominado Phi-2<sup>100/105</sup>, lo cual difiere con el reportado por Chávez (1999) al citar tres loci donde Phi-1 y Phi-2 muestran tres alelos cada uno y un tercer locus con dos alelos.

Para PGD se obtuvo la resolución de dos loci con dos alelos cada uno, el más cercano al cátodo designados como Pgd-1<sup>105</sup> y Pgd-1<sup>100</sup>. Se observó la presencia de la forma híbrida Pgd-1<sup>105/100</sup>. En Pgd-2 el alelo más cercano al cátodo se designó Pgd-2<sup>100</sup> y el siguiente Pgd-2<sup>95</sup>. En este locus se destacó la presencia del híbrido Pgd-2<sup>100/95</sup>. El patrón coincide con lo realizado por Corona (2000), Chávez (1999) y Jensen *et al.* (1979); del mismo modo concuerda con dos de los tres loci que reportó Loaiza-Figueroa *et al.* (1989) en material genético de chile cultivado en los estados de Yucatán y Campeche, México.

Respecto al bandeo de SAD, esta enzima mostró resolución para dos loci, Sad-1 y Sad-2. El primer loci presentó el alelo Sad-1<sup>100</sup> y la forma híbrida Sad-1<sup>100/95</sup>; del mismo modo, Sad-2 presentó además del homocigoto Sad-2<sup>100</sup>, el híbrido Sad-2<sup>100/95</sup>. Ninguno de los individuos analizados presentaron las formas homocigóticas para los alelos Sad-1<sup>95</sup> y Sad-2<sup>95</sup>. El bandeo

de SAD corresponde con lo reportado por Chávez (1999) y Corona (2000) en cuanto al número de loci, no así en el número de alelos, ya que ellos observaron una tercer banda en Sad-1, lo cual puede atribuirse a la mayor cantidad de colectas que evaluaron.

Las discrepancias con otros autores respecto al número de loci y alelos reportados para cada enzima, pueden atribuirse de manera general a las diferencias en la técnicas electroforéticas aplicadas, la forma de identificar loci y alelos. En este trabajo los alelos identificados se consideraron codominantes, lo cual permitió analizar las bandas como formas genotípicas y hacer inferencias respecto a la estructura genética de las poblaciones (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Frecuencia de genotipos isoenzimáticos en cinco morfotipos de chiles criollos (*C. annum* L.) colectados en Yaxcabá, Yucatán (n, individuos).

Gel	Locus	Genotipo	Frecuencia genotípica por morfotipo					
			<i>Cha'hua</i> (n=180)	<i>Ma'ax</i> (n=6)	<i>Sucurre</i> (n=10)	<i>Xcat ik</i> (n=9)	<i>Ya'ax ik</i> (n=39)	
B	Mdh-1	100	1	1	1	1	1	
		Mdh-2	100	0	0	0	0.33	
	Mdh-3	95	0.12	0	0.1	0	0	
		100/95	0.88	1	0.9	1	0.67	
		105	0.88	0	0	0	0	
		100	0.12	0	0.1	0	0.04	
	Mdh-4	105/100	0	1	0.9	1	0.96	
		100	1	1	1	1	1	
	Me-1	100	1	1	1	1	1	
	Me-2	100	0.19	0.17	0.5	0.66	1	
		90	0.12	0	0.2	0	0	
		100/90	0.69	0.83	0.3	0.33	0	
C	Cat-1	105	0.43	0.67	0.6	0.83	0.25	
		100	0.57	0.33	0.4	0.083	0.67	
		105/100	0	0	0	0.083	0.08	
	Est-1	105	0	0	1	0	0.46	
		100	0.43	0.33	0	0.42	0.08	
		95	0.38	0.17	0	0	0.17	
		105/100	0	0.17	0	0.08	0	
		105/95	0	0	0	0	0.25	
		100/95	0.19	0.33	0	0.5	0.04	
	Got-1	100	1	1	1	1	1	
	D	ldh-1	110	0	0	1	0	0.04
			100	0.88	0.67	0	1	0.76
110/100			0.12	0.33	0	0	0.2	
Phi-1		100	0.77	0	0	0.83	0.75	
		95	0.23	0	0	0.17	0.25	
Phi-2		105	0.11	0	0	0	0.33	
		100	0.78	0	0	0.92	0.67	
		105/100	0.11	0	0	0.08	0	
Pgd-1		105	0.38	0	0	0.08	0.25	
		100	0.62	1	1	0.92	0.67	
		105/100	0	0	0	0	0.08	
Pgd-2		105	0.5	0.5	0.9	0.17	0	
		100	0.44	0.5	0.1	0.83	0.91	
		105/100	0.06	0	0	0	0.09	
Sad-1		100	0.5	0	0.5	0.25	0.17	
		100/95	0.5	1	0.5	0.75	0.83	
Sad-2		100	0.6	0.83	0.6	0	0.25	
		100/95	0.4	0.17	0.4	0	0.12	
(37% de casos)								

La caracterización isoenzimática de las poblaciones advierte diferencias entre los morfotipos, con base en la frecuencia de los genotipos descritos (Cuadro 2). Además, se pueden señalar a *ya'ax ik* y *cha'hua*, como los de mayor polimorfismo; 82.5 y 80%, y el menor número de loci monomórficos 12.5 y 10%, respectivamente. En contraste, los morfotipos considerados de menor polimorfismo fueron *ma'ax* y *sucurre*, por presentar sólo el 55% de los genotipos. Se lograron distinguir algunas peculiaridades respecto a la presencia de ciertos alelos: los genotipos Mdh-2<sup>100</sup>, Est-1<sup>105/95</sup> y Pgd-1<sup>105/100</sup> sólo se observaron en *ya'ax ik*; Me-2<sup>100</sup>, Cat-1<sup>105</sup>, Cat-1<sup>100</sup>, Pgd-2<sup>100</sup> y Sad-1<sup>100/95</sup> y los de condición monomórfica se detectaron en los cinco morfotipos; Phi-1 y Phi-2 no presentaron resolución en *Ma'ax* y *Sucurre*. El locus Est-1 se observó monomórfico en *Sucurre*, presentándose sólo el alelo Est-1<sup>105</sup>, a pesar de haber sido la enzima con mayor número de alelos.

La descripción aquí presentada sugiere la presencia de variación genética intraespecífica, estimada por la presencia de genotipos isoenzimáticos, en cada morfotipo; esta variación se atribuye al mantenimiento de formas de chile en un sistema de cultivo donde prevalecen los individuos aislados, cuya cercanía promueve un nivel de variación mayor, como el caso de *ya'ax ik*, un morfotipo preferido en la región; en tanto que el tipo *ma'ax*, considerado como silvestre, presentó la menor variación. En este sentido es pertinente señalar que el polimorfismo obtenido está influenciado por la heterogeneidad de las muestras y el número de individuos analizados, así como su asignación a una población o morfotipo; lo cual establece la necesidad de analizar un mayor número de individuos para un estudio de diversidad genética de mayor profundidad, el que no existe para la región; el presente trabajo aporta las bases para un análisis más preciso de la magnitud de la diversidad genética, la que conservan los productores de Yucatán y contribuye con información útil para otras investigaciones del género *Capsicum* en México.

### Conclusiones

La metodología empleada permite visualizar patrones de bandeo definidos. Las enzimas catalasa (CAT), esterasa (EST), glutamato oxalacetato transaminasa (GOT) e isocitrato deshidrogenasa (IDH) presentaron un sólo locus; la enzima málica (ME), 6-fosfogluconato deshidrogenasa (PGD), fosfohexosa isomerasa (PHI) y ácido shiquímico deshidrogenasa (SAD) dos loci; y malato deshidrogenasa (MHD) cuatro. Se contabilizó un total de 29 alelos, distribuidos en 16 loci con un número promedio de alelos por locus de 1.81 y un 75% de polimorfismo.

Se identificó un total de 40 genotipos; 27 formas homocigóticas y 13 híbridas. Los resultados indican que el morfotipo *ya'ax ik* fue el de mayor polimorfismo, por presentar el mayor número de genotipos y contraste *ma'ax* y *Sucurre* el más bajo número y con la mayor proporción de loci monomórficos.

### Literatura citada

- Chávez S., J. L. 1999. Diversidad morfológica e isoenzimática del chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en México. Tesis Dr. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México.
- Coe F., G. and G. L. Anderson. 1996. Ethnobotany of the Garifuna of Eastern Nicaragua. Econ. Bot. 50:71-107.
- Conicella, C., A. Errico, and F. Saccardo. 1990. Cytogenetic and isozyme studies of wild and cultivated *Capsicum annum*. Genome 33:279-282.
- Corona T., T. 2000. Diversidad morfológica, isoenzimática y de contenido de ADN nuclear en chile (*Capsicum annum* L. y *C. chinense* Jacq.) de México. Tesis Dr. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Eshbaugh, W. H. 1980. The taxonomy of the genus *Capsicum* (*Solanaceae*). Phytologia 47:153-166.
- Gómez H., T. 1978. Clasificación de germoplasma: II. Estudios en chile. Pp: 17-22 In: T. Cervantes (ed.). Recursos genéticos disponibles a México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. México.

- González de L., D. R. 1986. Interspecific hybridization and the cytogenetic architecture of two species of chili pepper (*Capsicum-Solanaceae*). PhD. Thesis. CIMMYT. Department of Agricultural Botany.
- Ibarra-Manríquez, G., M. Ricker, G. Angeles, S. Sinaca-Colín, and M.A. Sinaca-Colín. 1997. Useful plants of the Los Tuxtlas Rain Forest (Veracruz, México): Considerations of their market potential. *Econ. Bot.* 51: 362-376.
- Jensen, R. J., M. J. McLeod, W. H. Eshbaugh and S. I. Guttman. 1979. Numerical taxonomic analyses of allozymic variation in *Capsicum* (*Solanaceae*). *Taxon* 28:315-327.
- Latournerie M.L., J.L. Chávez, M. Pérez, G. Castañón, S.A. Rodríguez, L.M. Arias y P. Ramírez. 2002. Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:25-33.
- Loaiza-Figueroa., F. 1985. Evolution of the genus *Capsicum* (*Solanaceae*) in Mexico. MSc. Thesis, New Mexico State University, New Mexico, USA. 127 p.
- Loaiza-Figueroa, F., K. Ritland, J. A. Laborde-Cancino and S. D. Tanksley. 1989. Patterns of genetic of the genus *Capsicum* (*Solanaceae*) in Mexico. *Plant Sys. Evol.* 165:159-188.
- McLeod, M. J., W. H. Eshbaugh and S. I. Guttman R. 1979. An electrophoretic study of evolution in *Capsicum* (*Solanaceae*): the purple flowered taxa. *Bull. Torrey Bot. Club.* 106:326-333.
- McLeod, M. J., S. I. Guttman, W. H. Eshbaugh and R. E. Rayle. 1983. An electrophoretic study of evolution in *Capsicum* (*Solanaceae*). *Evolution* 37:562-574.
- Muñoz F., I. y C. Pinto. 1966. Taxonomía y distribución geográfica de los chiles cultivados en México. Folleto Misceláneo No. 15. INIA-SAG. México.
- Pickersgill, B. 1971. Relation between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution* 25:683-691.
- Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica* 96:129-133.
- Rodríguez M., R. 1988. Evolución del sistema reproductivo de *Capsicum annuum* L. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Simon I., E., A. F. Chadwick and L. E. Craker. 1984. Herbs: an indexed bibliography. 1971-1990. The scientific literature on selected herbs, and aromatic and medicinal plants of the temperate zone. Archon books, Hamden, CT.
- Stuber, C. W., J. F. Wendel, M. M. Goodman and J. S. C. Smith. 1988. Techniques and scoring procedures for starch gel electrophoresis of enzymes from maize (*Zea mays* L.). Technical Bulletin 286. North Carolina. Agricultural Research Service, NCSU, Raleigh, North Carolina, USA.

## **Experiencias del proyecto milpa en maíz (*Zea mays* L.) en Chalco-Amecameca, México en su primera etapa**

*Rafael Ortega Paczka*

*Universidad Autónoma Chapingo, Dirección de Centros Regionales. CP 56230, Chapingo, México, Tel. y Fax (52-595) 95-463-36. ([paczka@taurus1.chapingo.mx](mailto:paczka@taurus1.chapingo.mx)).*

### **Summary.**

#### **Experiences of the "milpa" project in maize (*Zea mays* L.) in Chalco-Amecameca, Mexico.**

This paper is a summary of the main achievements and problems of the "Milpa" Project Maize Team in the Chalco-Amecameca region. Considerable progress was made in knowledge of diversity, breeding potential for grain yield and other traits of maize landraces. In training, achievements are reflected in the doctoral degrees earned by Edgar Herrera-Cabrera and Jorge Romero-Peñalosa, and also in the master thesis of Virgilio Moreno-Moreno, Ileana Núñez-Arias and Valdemar Ballesteros-Sandoval. The main problems confronted by the peasants were related to low maize grain prices as a result of the liberalization of maize imports, which are of lower quality. The main problems for the research team were limitations in time for project work, insufficient funding, and few students, as well as the problems derived from the interdisciplinary, inter-institutional approach of work. For future projects, it is necessary to pay attention to a) not only research but also development needs of communities; b) promoting better prices and policies relative to products that are the objects of the projects; c) better collaboration between *in situ* and *ex situ* conservation; d) the distribution of work (different plant diversity groups, regions and research approaches) among different researchers and institutions participating in the project; e) having full time personnel; f) different products, by-products and other aspects of the target plants.

**Key words:** Changes in agriculture, *in situ* and *ex situ* conservation, inter-disciplinary and inter-institutional approach, participatory plant breeding.

### **Introducción**

El proyecto "Milpa", financiado por la fundación McKnight inició en 1995, y en el 2002, el autor propone hacer un balance de las aportaciones del proyecto y de los principales obstáculos que enfrentó, esto con el objetivo de continuar los trabajos en sus áreas temáticas y geográficas, así como para que tales análisis se tomen en cuenta en otros proyectos sobre conservación *in situ* y mejoramiento participativo que se realicen en México. En este trabajo se presenta una visión de los trabajos realizados por el sub-grupo maíz del proyecto "Milpa" en el área Chalco-Amecameca, México, en su primera etapa o de estudio regional.

### **Aspectos generales del proyecto "Milpa"**

Un consorcio de investigadores de cuatro instituciones de México y cuatro de Estados Unidos, con apoyo financiero de la fundación McKnight, llevaron a cabo el proyecto "Milpa" (acrónimo utilizado del título en inglés "Conservation of Genetic Diversity and Improvement of Crop Production In Mexico: A Farmer-based Approach"). Se partió de los hechos de que México es un centro de origen y diversidad de numerosas plantas, en forma destacada de maíz y frijol; que en el país están cambiando las prácticas agrícolas y la dinámica social; y para fines del proyecto, que es altamente deseable conservar la cultura tradicional de las comunidades rurales

---

<sup>1</sup> Mayor información sobre la propuesta de investigación consultar la página electrónica <<http://www.grcp.ucdavis.edu/milpa/MIL-FRES.HTM>>, 2003.

y las plantas que cultivan para su subsistencia. Se proponen métodos de mejoramiento genético de la producción de esas plantas que en forma congruente conserven la diversidad biológica y cultural. Se trabajó con las principales plantas de la "milpa" (sistema de mono o policultivo) como maíz, frijol, calabazas (*Cucurbita* sp.) y quelites (plantas hortícolas que crecen en los terrenos cultivados), en dos regiones contrastantes del país; Chalco-Amecameca, estado de México y Sierra Norte de Puebla. Para abordar el trabajo se formaron los siguientes grupos de investigación: maíz, frijol, calabazas, quelites y socioeconomía. Un aspecto fundamental en el proyecto fue la capacitación de personal, principalmente a través de estudios de postgrado para estudiantes y colaboradores, y de estancias en universidades para los investigadores. El subgrupo maíz estuvo formado por cuatro investigadores mexicanos de tres instituciones, dos investigadores de Estados Unidos y ocho trabajadores de campo. Participaron diez estudiantes de licenciatura (pregrado), maestría y doctorado.

### ***Algunas generalidades sobre Chalco-Amecameca y la importancia del cultivo de maíz***

El Sureste del estado de México, al que se denominará en este trabajo región Chalco-Amecameca, se integra por 12 municipios donde el maíz es el más importante y cubre casi 30,000 ha. La superficie se siembra aprovechando la humedad residual producto de las precipitaciones invernales. Las características socioeconómicas de los productores y de las unidades de explotación de maíz varían considerablemente, pero predominan los minifundistas (explotaciones pequeñas), y los campesinos en promedio siembran entre 0.5 y 12.0 ha, utilizan dos variedades locales; venden una parte del grano que cosechan y también el totomoxtle (hojas que cubren a la mazorca) para envolver los conocidos "tamales"<sup>2</sup>; el 70% selecciona su semilla para siembra de su propia cosecha. Desde hace aproximadamente 25 años, la agricultura en esta región ha venido en detrimento por la elevación en los precios de los insumos y mano de obra, así como por el descenso de los precios reales de las cosechas, situación que se ha agudizado en los últimos años a partir de 1994 con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio entre México, Canadá y Estados Unidos (TLC), por la importación masiva a México de maíz, leche en polvo y otros productos agrícolas; esto se realiza a pesar de que el maíz producido en la región se considera de "mejor" calidad que el importado.

El proyecto "Milpa" escogió la región Chalco-Amecameca para impulsar un programa de conservación *in situ* y mejoramiento participativo por la importancia de las milpas, ya que la costumbre en la región es seleccionar la semilla de su propia cosecha; por el alto potencial en rendimiento de los maíces nativos de la raza Chalqueño y logísticamente, por la cercanía de las instituciones mexicanas que participaron en el proyecto.

### ***Estrategia seguida por el sub-grupo maíz del proyecto "Milpa"***

El proyecto en maíz tuvo como modelo general el siguiente esquema: a) exploración etnobotánica; b) caracterización morfológica y evaluación de las muestras recolectadas en ensayos de campo; c) exploración de la aplicación de la selección masal visual estratificada (SMVE) como método de mejoramiento participativo; d) invitación a los poseedores de las poblaciones de maíz, que resultaran sobresalientes, a dedicar parte de sus esfuerzos a producir semilla para distribuirla a otros agricultores; y e) estudios especiales. La propuesta tuvo dos etapas; la regional y otra concentrada en el municipio de Ayapango, Morelos, México, en este trabajo se hace referencia a la etapa regional.

La etapa regional abarcó, en tiempo, desde 1995 al 2001 y consistió en la evaluación de muestras de maíces nativos y SMVE estuvo sobrepuesta; es decir, la SMVE se realizó en poblaciones que no se eligieron con base en experimentos previos, sino incluyendo poblaciones

---

<sup>2</sup> Preparación especial, producto cocinado de la masa del maíz

contrastantes en sus características de grano y pertenecientes a agricultores reconocidos que mostraron disposición a colaborar. Se partió de la exploración etnobotánica de toda la región, siguiendo la metodología de Hernández (1971) y se reunieron 144 muestras de 30 localidades. Para trabajos específicos, adicionalmente se recolectaron 15 muestras en la Ciénega de Zacapu, Michoacán, México. Estas muestras en su mayor parte se evaluaron en ensayos de rendimiento en varias localidades de la región y en el Campo Experimental de Tecámac del Colegio de Postgraduados (Herrera, 1999 y Romero, 2002). De 1995 al 2001 se practicó la SMVE propuesta por Molina (1981) con la modificación de preselección y marcado de plantas deseables en dos poblaciones de maíz de grano blanco para "tamales", uno azul oscuro y dos cremas. Además, de 1996 al 2001 se practicó el mismo tipo de selección en un tercer maíz de grano crema. Los materiales de la selección masal y las poblaciones originales fueron evaluados en 1996 (Moreno, 1998) y 1999 (Moreno *et al.*, 2002).

Veinte poblaciones de maíz de la región Chalco-Amecameca seleccionadas por rendimiento, buenas características agronómicas y de grano; 56 de la raza Chalqueño pero de otras regiones; nueve de razas relacionadas; y algunas cruzadas entre estos materiales y tres probadores (uno de ellos de la región), formaron parte del estudio de Romero (2002) sobre "diversidad genética y heterosis en cruza de poblaciones nativas de maíz de la raza Chalqueño en los valles altos de México". En forma simultánea se hizo el análisis físico y químico de 20 muestras de maíz representativas de la diversidad en el sureste del estado de México; de dos maíces especiales; y dos harinas nixtamalizadas comerciales. Además, se realizaron diferentes pruebas de "nixtamal" (maíz precocido con cal), "tortillas" (base de los "tacos"), "pozole" (platillo con granos como ingredientes) y "tamales" elaborados con esos maíces y harinas (Núñez *et al.*, 2002).

### ***Principales aportaciones de los trabajos del sub-grupo maíz***

En la exploración etnobotánica se detectó que de 1996 a 2002 fueron importantes en la región, no sólo los maíces de la raza Chalqueño de grano cremoso, cuyo uso es para "tortillas", sino también los de grano blanco, producidos para "tamales" y los azules para antojitos (platillos mexicanos especiales); además se identificó una muestra de Chalqueño de color amarillo intenso que al parecer antes era más frecuente, una de la raza Cacahuacintle, una de Palomero Toluqueño y otra de Ancho, por lo que se concluyó que la región tenía mayor diversidad de la considerada anteriormente.

Los trabajos de Herrera (1999) aportaron lo siguiente: *a)* afinó la lista de caracteres morfológicos adecuados para estudiar la diversidad de la región; *b)* precisó la estructura de los grupos de diversidad, confirmando en gran parte lo detectado en la exploración etnobotánica; *c)* definió las muestras convenientes para integrar una colección central que represente la diversidad regional; *d)* detectó ocho poblaciones de maíces nativos sobresalientes que en promedio rindieron 17% más que la media; *e)* encontró que los maíces mejorados en buena parte no se siembran en la región por el menor tamaño de grano y mayor porcentaje de olote<sup>3</sup> o raquis; *f)* observó que las muestras recién colectadas en el área rindieron en promedio más que las preservadas de 30 años atrás.

En la investigación de Romero (2002) se destacó que: *a)* la diversidad genética dentro de la raza Chalqueño es amplia; *b)* las cruza intervarietales superaron a las poblaciones nativas en 26.4 % y mostraron mejor capacidad de adaptación a los ambientes desfavorables; *c)* hubo cruza intervarietales de Chalqueño x Chalqueño que igualaron estadísticamente, en rendimiento, al mejor híbrido comercial; *d)* los patrones heteróticos adecuados para el mejoramiento genético de la raza Chalqueño son el intra-racial Chalqueño x Chalqueño y el inter-racial Chalqueño x Celaya. En sus recomendaciones destaca poblaciones y cruza específicas que deben ser consideradas en programas regionales de selección recurrente.

---

<sup>3</sup> Término usado en México para referirse a la estructura donde se insertan los granos de la mazorca.

Moreno *et al.* (2000) reportaron que en cuatro años de selección hubo una ganancia en rendimiento del 14.2%, un 11% en la reducción de la altura de la mazorca y prácticamente se mantuvieron los mismos días a floración. También observó que los híbridos comerciales mostraron mayor número de días a floración, mazorca y grano más pequeños comparados con los maíces nativos originales y sus selecciones.

Núñez *et al.* (2002) indicaron que: a) el maíz tipo "crema" presentó, en promedio, mayor espesor del pericarpio del grano que los maíces mejorados, lo cual puede ser una ventaja contra el ataque de insectos al grano; b) en contenido de triptófano destaca el tipo Chalqueño azul oscuro; c) en elasticidad de "tortilla", todos los tipos de maíz nativo presentaron mayor elasticidad que la harinas nixtamalizadas comerciales; d) por firmeza o "correa", el grupo superior correspondió a "tortillas" de Ancho y Chalqueño Palomo, mientras que las de menor calidad fueron las elaboradas con harinas nixtamalizadas; e) Ancho fue el maíz más adecuado para "pozole".

### **Principales problemas encontrados en la realización del proyecto**

Problemas para los productores. Los principales problemas estuvieron relacionados con el desánimo por el bajo precio del grano de maíz, causado por la importación masiva de grano "barato" aunque de inferior calidad. Las reacciones de los campesinos del área ante los bajos precios del grano de maíz estándar, que se utiliza para tortillas, presentaron las siguientes tendencias, aunque con frecuencia se dan combinaciones: 1) orientación técnica de la producción con base en las recomendaciones o exigencias de programas de gobierno y/o empresas privadas; 2) producción de grano de tipos específicos para usos especiales en lugar de "crema", que es el común para "tortillas"; 3) mayor atención a subproductos; 4) orientación a la venta de productos con valor agregado de la cadena productiva en lugar de grano de maíz; 5) descuido y simplificación de las prácticas agrícolas, incluida la selección de semilla; 6) abandono por parte de los campesinos, principalmente de sus hijos, del cultivo del maíz.

Algunos problemas de los productores para participar más activamente en el proyecto fueron: a) edad avanzada de la mayoría de los campesinos y no reemplazo por sus hijos; b) costumbre de recibir subsidios de parte de programas gubernamentales; y c) falta de organización de los productores, lo que obliga a hacer en gran parte una labor de individuo a individuo.

Con cierta frecuencia pierden la semilla de alguna o todas las poblaciones de maíz que siembran, principalmente por sequías; porque se mezcla y/o cruzan demasiado con otras; cambian a otro tipo de maíz; dejan de sembrar ese tipo; dejan de sembrar maíz en general o de trabajar en la agricultura. Lo anterior quedó evidenciado cuando en un año o dos después de la primera recolecta se regresó con los agricultores que habían donado muestras sobresalientes y con frecuencia ya la habían perdido.

El nivel de participación de los agricultores cooperantes en los lotes de selección masal es un indicio de las dificultades del proyecto en su aspecto de mejoramiento participativo; en el año 2001, de seis poblaciones de maíz que estuvieron bajo selección masal, sólo dos fueron atendidas satisfactoriamente por sus dueños, dos atendidas con serias deficiencias y las dos restantes fueron atendidas directamente por el proyecto, porque eran muestras interesantes para el investigador porque sus dueños originales por avanzada edad y mal estado de salud, ya no trabajan en el campo. Esta situación lleva a plantear la necesidad de que, una vez mostrada la utilidad de la SMVE, se dedique mayor atención a la participación campesina en la apropiación de este método de mejoramiento.

### **Problemas por parte del equipo de investigación**

Limitaciones de tiempo. Los investigadores son profesores-investigadores que sólo dedican parte de su tiempo a esta actividad, ya que también demanda su atención las actividades académicas. En tres de los cinco años, se contó con un investigador auxiliar de tiempo compartido

con los otros subgrupos del proyecto. Una parte importante de la investigación la realizaron tesistas que principalmente se preocuparon por la investigación específica y no por el proyecto en conjunto. El personal auxiliar del proyecto vive en el área de Texcoco, el que atendió los trabajos de campo en Chalco-Amecameca y estuvo en el área sólo en etapas indispensables, ya que la distancia de 40 a 60 km entre estos sitios implicaba considerables gastos. Para realizar mejor el proyecto se requiere personal investigador y de apoyo en la región, de tiempo completo y exclusivo, ya que los trabajos de conservación *in situ* y mejoramiento participativo con los agricultores cooperantes demandan tiempo. La carencia de personal de tiempo completo y exclusivo estuvo relacionada con limitaciones financieras y hubo necesidad de reducir gastos en viajes, materiales de campo y se invirtió poco en infraestructura.

En estudiantes y tesis se tuvo la fortuna de contar con tesistas brillantes; sin embargo, el volumen de trabajo y en algunos casos problemas personales, trajeron como consecuencia atrasos considerables en la terminación de las investigaciones particulares, lo que repercutió en el trabajo conjunto. Por otro lado, el proyecto generó datos que podían haber sido aprovechados por tesistas adicionales de los cuales no se dispuso.

Dificultades para el trabajo interdisciplinario e interinstitucional. La naturaleza del proyecto requirió de un enfoque interdisciplinario en el que debieron intervenir en forma armónica la etnobotánica, genética, fitomejoramiento, antropología social y socioeconomía no habiéndose logrado de manera suficiente la participación e integración. Las facilidades que otorgaron las diferentes instituciones participantes en los trabajos no fueron del todo suficientes y compatibles.

### **¿Qué hacer en futuros programas?**

Conforme a las experiencias del subgrupo maíz del proyecto "Milpa" en la etapa regional, y teniendo en cuenta otros proyectos de conservación *in situ* y mejoramiento participativo de maíz que se llevan a cabo en México, se proponen los siguientes aspectos, adicionales a lo que se hizo en el proyecto "Milpa":

No sólo quedarse en la investigación sino impulsar el desarrollo en las comunidades. Una de las preguntas básicas que se planteó a lo largo del proyecto "Milpa", y que también ha aflorado en otros proyectos sobre estas temáticas, es hasta dónde es aceptable que los proyectos se reduzcan a investigación cuando la conservación *in situ* y el mejoramiento participativo presuponen, y en gran parte se validan, en función de la participación de los campesinos en dichos proyectos. De establecerse otros proyectos sobre esta temática es indispensable que estén enfocados al aspecto participativo campesino y no sólo a la investigación. Lo que diferencia principalmente a la conservación *in situ* en parcelas de los agricultores de la *ex situ*, es que se trata de un proceso en manos de los productores y no tanto de los investigadores.

Luchar por mejores precios de los productos objeto de estudio y mejores políticas relacionadas con los mismos. Los investigadores de proyectos de este tipo no deben ignorar los principales problemas que están auspiciando la erosión genética y el escaso interés de los productores por mejorar sus variedades. Estos problemas son los bajos precios de los productos, y en general, las políticas inadecuadas en la agricultura como la importación masiva de productos agrícolas y la ausencia o debilidad de estímulos a la productividad. Incidirían favorablemente en la conservación *in situ* y al mejoramiento participativo, políticas de protección a la agricultura campesina como son el proporcionar protección al control sobre sus tierras, aranceles a las importaciones de bienes producidos por los campesinos del país, subsidios y créditos a los insumos agrícolas, estímulos a la productividad y precios de garantía diferenciales conforme a la calidad de los productos agrícolas.

Mayor colaboración de conservación *in situ* y *ex situ*. En el proyecto encontró resistencia de los bancos de germoplasma para conservar las muestras de maíz recolectada; la razón de los curadores de los bancos fue que ya tenían en sus colecciones demasiadas muestras de la región. Los siguientes hechos hacen necesaria la colaboración entusiasta de dichos bancos en la conservación de las muestras de estudio y una revisión de los postulados en que se basan

los bancos: en las investigaciones de Herrera (1999) y Romero (2002), cuando se incluyeron en las evaluaciones muestras de los maíces nativos con diferencias de veinte o más años, resultó que las muestras recientes rindieron significativamente menos que las muestras más recientes. Esto tiene varias explicaciones, no excluyentes entre sí; existe un probable deterioro de las muestras en los bancos de germoplasma o bien porque el mejoramiento, a través de la selección de semilla, que efectúan los agricultores han incrementado la productividad de los materiales que se siembran actualmente. El muestreo más exhaustivo de la diversidad de maíz, que los comúnmente aplicados en el pasado, han detectado diversidad adicional no reunida con anterioridad, o al menos han destacado que algunas variantes, consideradas como marginales en trabajos anteriores, juegan papeles muy importantes en la economía de las familias, comunidades y regiones, y en la calidad de recursos genéticos para el futuro.

Se requiere del apoyo de los bancos de germoplasma porque durante la vigencia de un proyecto de este tipo, que con frecuencia es de varios años, necesitan preservarse muestras de algunas poblaciones que resultan interesantes para fines prácticos o teóricos, y con frecuencia los agricultores las pierden por diversas causas. Por lo que es necesario contar con un respaldo que garantice la constitución genética y altos niveles de germinación y vigor.

Un número importante de investigadores de diferentes instituciones realizan proyectos de conservación *in situ* y mejoramiento participativo de maíz con diferentes razas, regiones y enfoques; por lo que, es conveniente organizar el trabajo y auspiciar el intercambio de información.

Este tipo de proyectos demandan atención, las instituciones y donantes que estén decididos a apoyarlos deben contemplar cómo proporcionar el personal investigador y de apoyo de campo de tiempo completo. También, prestar atención a diferentes aspectos: mayor trabajo para agregar valor por medio del mejoramiento genético, comercialización colectiva y presentación de la producción; atención a problemas de subproductos y fases avanzadas de la cadena productiva; simplificar los métodos de mejoramiento para facilitar la participación campesina y la adopción; e investigar la posibilidad de mayores estímulos a valores económicos no inmediatos.

### **Reconocimientos**

El financiamiento de operación fue proporcionado por la Fundación McKnight, el Colegio de Postgraduados y la Universidad Autónoma Chapingo. En el subgrupo maíz del proyecto "Milpa" en su etapa regional colaboraron las siguientes personas. Investigadores: Fernando Castillo González y Porfirio Ramírez Vallejo, del Colegio de Postgraduados, Major M. Goodman, de N.C. State University, Margaret Smith, de Cornell University, Jesús Sánchez González del INIFAP (durante el trabajo) y el autor de este trabajo. Tesistas: Braulio Edgar Herrera Cabrera, Jorge Romero Peñaloza, Virgilio Moreno Figueroa, Valdemar Ballesteros Sandoval e Ileana Margarita Núñez Arias. En la coordinación de la atención a los experimentos: Bismarck Aguilar Garzón y Antonio Ramírez Hernández. Ayudantes de investigación: Felipe Espejel Terrazas, José Martínez Zavala, Marcos Moreno Moreno, Rafael Morales Aguilar, Gustavo Espejel Miranda y Yovani Guerrero González. El proyecto no hubiera sido posible sin la colaboración de numerosos agricultores, particularmente de Ignacio Rosas Flores, Isidro Cruz García, Pedro Cruz Linares, Manuel Montes de Oca, Francisco González, José Santos Altamirano, de la Región Chalco-Amecameca y de Efrén Marcelino Mateo Diago, Rodrigo Arroyo Santiago, Pedro Lucas Gómez y Carmelo Tamanez, de la Sierra Norte de Puebla.

### **Referencias**

- Hernández X., E. 1971. Exploración etnobotánica y su metodología. Colegio de Postgraduados-Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 70 p.
- Herrera C., B.E. 1999. Diversidad genética y valor agronómico entre poblaciones de maíz de la raza Chalqueño. Tesis Dr. Colegio de Postgraduados, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Montecillo, Texcoco, México. 140 p.

- Molina G., J. 1981. Selección masal visual estratificada en maíz. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 35 p.
- Moreno F., V. 1998. Selección masal visual estratificada en cinco criollos de maíz en la región Chalco-Amecameca, México. Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México. 111p.
- Moreno F., V., F. Castillo and R. Ortega. 2000. Stratified visual mass selection in maize landraces from Chalco-Amecameca region. p.17 *In*: Scientific Basis of Participatory Plant Breeding and Conservation of Genetic Resources, Oaxtepec, Morelos, Mexico, October 8-14, 2000. Abstracts. Report No. 25. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA. USA.
- Núñez A., I., R. Ortega, F. Castillo, Y. Salinas y P. Ramírez. 2002. Diversidad de grano y formas de uso del maíz en el sureste del Estado de México. Pp. 68-69. *In*: J.L. Chávez-Servia, L.M. Arias, D. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope, C. Eyzaguirre (eds.), Resúmenes del Simposio: Manejo de la diversidad cultivada de los agroecosistemas tradicionales. 13 al 16 de febrero del 2002. IPGRI. Roma, Italia.
- Romero P., J. 2000. Diversidad genética y heterosis en cruizas de poblaciones de maíz de la raza Chalqueño en los valles altos de México. Tesis Dr. Colegio de Postgraduados, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Especialidad en Genética. Montecillo, Texcoco, México. 200 p.

## Estudio integral del valle de Tehuacán-Cuicatlán: recursos genéticos de plantas

*Diódoro Granados-Sánchez, Miguel A. Hernández García y Georgina F. López Ríos*

*División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma, C. P. 56230, Chapingo, México.*

### Summary

**Integrated study of the Tehuacan-Cuicatlan valley: Plant genetic resources.** The Tehuacan-Cuicatlan valley is located in the southeastern region of Puebla State and the northwestern part of Oaxaca State. The climate is preponderantly arid, and there is a great variety of soils and shallow hydrology. The region has high plant diversity, with ten different plant associations, and is notable for having a high number of endemic species. Human presence in the Valley goes back to prehistory; nine cultural phases and anthropological evidence of occupation since ancient times are described. The archeology of the Valley highlights evidence of agriculture practices, based on findings of maize remains. The most important economic activities are irrigated agriculture, agroforestry, home gardens, gathering and, on a smaller scale, the exploitation of salt mines. Irrigated agriculture is possible thanks to the filtering galleries, which are a system of water collecting by underground channels, following the slope of the land. Plant genetic resources of the Tehuacan-Cuicatlan Valley are listed, along with their management and usefulness to the cultural groups of the region.

**Key words:** Cultural phases, origin of agriculture, paleontology, plants of the Tehuacan valley.

### Introducción

El valle de Tehuacán, México ("lugar de dioses" o "lugar de piedras") está localizado en la porción sur-sureste del estado de Puebla y la porción noroeste del estado de Oaxaca, es una región árida importante, no tanto por su extensión sino por su riqueza florística, antropológica e histórica. Se encuentra limitada al norte y oriente por la Sierra Madre de Oaxaca dentro de la Sierra Madre Oriental que localmente se conoce como Sierra de Zongolica, Sierra de Acutzingo y Sierra de Tecamachalco, que separan a los estados de Puebla y Veracruz; al noroeste está limitado por el Cerro de Tlacotepec; al sur y poniente por la Sierra de Zapotitlán que junto a otras masas montañosas del sur forman la Mixteca Alta o Sierra Mixteca; al sureste está limitado por la Sierra Mazateca de la Sierra Madre de Oaxaca.

La caracterización de la zona de estudio se realizó mediante el análisis cartográfico (cartas topográficas, geológicas, edafológicas, de vegetación y de uso actual y potencial de suelo) y aerofotográfico, los cuales se complementaron con recorridos de campo para la verificación de datos, delimitación y ubicación de sitios de muestreo y colecta de especies. Para la elaboración del diagnóstico preliminar, se contó con la participación de campesinos y habitantes de la región, tanto en los recorridos de campo como en la realización de entrevistas abiertas, a fin de conocer el estado actual de los recursos naturales y su potencial de aprovechamiento, los sistemas de producción agrícola, las especies de importancia económica y las áreas de recolección, así como para conocer los mercados locales y regionales.

El presente trabajo tuvo como finalidad estudiar la diversidad genética de los recursos florísticos y las múltiples formas de adaptación a las condiciones ambientales; determinar la importancia de los recursos en proceso de domesticación; evaluar la variedad de recursos y su impacto en la economía familiar como productos de recolección; conocer las variadas formas de aprovechamiento por parte de los habitantes de la región; y la diversidad de productos que al confluir en los mercados locales y regionales muestran la complejidad cultural de una región, que posee en su entorno la identidad y sus raíces.

### **Marco teórico**

La región Centro y Sur de México es reconocida por ser el centro de origen de más de cien especies de plantas, originalmente cultivadas y domesticadas por los nativos americanos, incluidas aquellas de las que ahora depende la población mundial. Una de las más comunes y extendidas es el maíz, que procede de México. En el registro de los cultivos americanos también se incluye el camote o boniato, la yuca o mandioca, varias clases de frijol, calabazas (*Cucurbita* sp.), tomate, ají (=chile en México), aguacate (*Persea* sp.), girasol (*Helianthus annuus*) y amaranto. Además, cultivaron otras plantas que se utilizaron como estimulantes (tabaco y coca), fibra (algodón) y recipientes (calabaza), Fiedel (1996).

El valle de Tehuacán es depositario de un largo proceso histórico y cultural que se manifiesta por las múltiples evidencias encontradas en diversidad de sitios, los cuales conservan aún no sólo vestigios de la presencia humana en el Valle sino también reminiscencias de los primeros ensayos de las prácticas agrícolas en Mesoamérica y de la domesticación del maíz, frijol, calabaza y otras plantas (McNeish y Byers, 1967).

McNeish (1964) trazó una secuencia cultural en fases que van desde 9,500 A.C. hasta 1531 D.C. con la que reconstruyó las estrategias de sobrevivencia e interacción con el ambiente, de los antiguos tehuacanos, las cuales van desde los más rudimentarios instrumentos para la cacería, el paulatino proceso de conocimiento y utilización de especies vegetales en las diferentes épocas del año, hasta la domesticación de algunas plantas y con ello, la aparición de la agricultura, los asentamientos humanos, la intensificación de la producción y la subsecuente estratificación de la sociedad. El desarrollo de la sociedad en esta región, que transitó desde las formas más simples hasta alcanzar elevados niveles de organización social, muestra no solamente la diversidad del ambiente, sino la capacidad de los grupos humanos para establecer una interrelación equilibrada con los recursos naturales que subsisten parcialmente en la actualidad les permitió hallar múltiples formas de producir y reproducir su existencia. No constituían una amenaza para las plantas y los animales de los que dependían para su alimentación y, aunque con variaciones en la abundancia de recursos, las plantas alimenticias más importantes eran el maguey (*Agave* sp.), cactus, tuna (*Opuntia* sp.), así como árboles de mezquite (*Prosopis* sp.) y guaje (*Leucaena* sp.); asimismo, la fuente de carne más importante en Tehuacán y Oaxaca era el venado cola blanca y el conejo rabo de algodón.

Los cazadores recolectores pudieron haber continuado indefinidamente la explotación de los recursos. Sin embargo, el sistema fue desestabilizado por el pequeño cambio genético ocurrido con el teocintle-maíz, el que fue rentable para plantar y recolectar, visión occidental. Aumentó la población humana, lo que llevó a la adopción de formas de cultivo más intensivas. Cuando la población creció y se amplió la tierra cultivada, el hombre ejerció mayor presión sobre esta región, particularmente sobre las especies animales más apreciadas por su valor comestible.

Este proceso cronológico de transformaciones, que se diferencia por los cambios observados en los medios y técnicas de producción, fue el marco a través del cual se proyectaron las formas de producción y reproducción de los rasgos culturales que paulatinamente alcanzaron particulares y elevados grados de cohesión y estructuración social, muchos de los cuales prevalecen hoy día en multitud de comunidades del valle de Tehuacán y son la base de la relación del hombre con su entorno.

### **Resultados y discusión**

#### **La diversidad de la región**

El valle de Tehuacán-Cuicatlán, ubicado al sureste de Puebla y porciones adyacentes de Oaxaca, México, comprende una superficie aproximada de 490,187 ha, que se caracteriza por un clima semiárido, el cual es resultado del fenómeno conocido como sombra orográfica y que es causado por la Sierra Madre Oriental. Aun en estas condiciones, presenta una diversidad biológica de

las más sobresalientes de México, lo cual se evidencia por el registro de un total de 2,750 especies de plantas vasculares, lo que significa que en esta zona se representa alrededor del 10% de la flora de México y se estima casi el 1% de la flora del mundo (Villaseñor *et al.*, 1990; Dávila *et al.*, 1991).

El valle de Tehuacán-Cuicatlán, con vastas planicies, rodeadas por altas montañas, pequeñas colinas con pendiente suave, así como zonas fuertemente erosionadas desprovistas de vegetación, presenta una flora diversa y con alto grado de endemismo, entre los que destacan las tetecheras o tetecho (*Neobuxbaumia tetetzo*); los cardonales como el "cardón viejo" (*Pachycereus weberi*) (*Cephalocereus hoppenstedtii*); la selva baja caducifolia que se localiza principalmente en zonas de baja altitud; y el izotal o comunidad de plantas rosetófilas. El clima varía de árido a subárido. La precipitación media anual es de 450 mm, con promedios mensuales que van de 56 mm en enero a 110 mm en junio, presentándose la mayoría de las precipitaciones entre junio y septiembre; la temperatura media anual es de 17.8°C en mayo, a una altitud de 1,648 msnm. El tipo climático al que corresponde en su mayoría la zona es seco semiárido (BS).

### **Rasgos múltiples de la relación sociedad-naturaleza**

#### **Productos de recolección**

La recolección es una actividad de gran importancia, no sólo constituye una fuente de productos complementarios de la dieta y de las necesidades cotidianas de la familia, sino además, la obtención de recursos económicos mediante el intercambio o venta en los mercados locales o en la misma comunidad. Las actividades de recolección, comprenden una gran variedad de frutos, tallos, hojas, raíces, cortezas, troncos, varas, ramas y otros productos vegetales que pueden consumirse directamente como alimento o indirectamente en forma de infusiones, cataplasmas o utilizarse en la construcción y elaboración de implementos necesarios para las actividades agrícolas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Productos obtenidos en las actividades de recolección

<b>Producto</b>	<b>Especie</b>
Frutos	Coyol, halache, chupandilla, jiotilla, mezquite (vainas), pitaya y guaje
Semillas	Pochote y piñón
Hojas comestibles	Pino, encino, madroño, carbón y chimalacate
Fibras	Maguey, palma e izote
Resinas	Copal
Atenuantes	Pulque y sotol
Condimentos	Laurel y orégano
Flores alimenticias	Acacalla e izote.
Ornato	Bromelia y manglia
Usos varios	Tecomate, biznaga, jícara, doradilla, paxtle y cholulo

Algunas de las especies de recolección más importantes son: Tempesquistle [*Sideroxilum palmeri* (Rose) Pennington, sin: *Bumelia Laeteviren*]; es un árbol de la familia *Moraceae* de 10-15 m, ramas generalmente espinosas, hojas de 5-12 cm oblongas y elípticas o anchamente ovadas de 5-12 cm de haz brillante y envés sericeo y con peciolo de 10-20 mm; flores blancas y aromáticas en densos racimos, fruto oval o globoso de 1.5 a 2.5 cm de color negro. Se distribuye en Chiapas, Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Querétaro y Puebla. Su área de mayor aprovechamiento comprende el valle de Tehuacán y la Mixteca Poblana-Oaxaqueña. Se observó en los sitios de antiguos asentamientos humanos; actualmente es común en huertos familiares, en cultivos como lindero y en oasis (áreas húmedas). Su domesticación se centra en el fruto localmente conocido como "aceituna nacional" (80 kg / árbol), el que se consume

inmaduro (verde) en diferentes guisos (plátanos) y ensaladas, pero antes debe someterse a cocción debido a que contiene un látex lechoso con toxinas; el fruto maduro es negro y de sabor dulce sin toxinas para comerse directamente. El fruto llamado "tiliapo" o "tilapo" se comercializa en los mercados de la región Mixteca por costal (o saco) y *cuartillos* (medidas locales de volumen/peso aproximado 1.5 kg), en el valle de Tehuacán de enero a mayo y en la Mixteca Poblana-Oaxaqueña de noviembre a julio. Su madera se utiliza para hacer muebles rústicos o para leña. Las hojas en infusión tienen propiedades vermífugas. McNeish (1967) encontró evidencias de su consumo en el Valle desde hace alrededor de 7,000 años.

Guaje rojo [*Leucaena esculentam* (Lam.) de Wit.]. Es uno de los frutos más apreciados y proviene de plantas silvestres de la región de Cuicatlán, aunque cultivado se produce en traspatios de muchos poblados. Es común su aprovechamiento en Guerrero, el oriente de Morelos, valle de Tehuacán y en la Mixteca Poblana-Oaxaqueña, donde se observa en huertos familiares entremezclado con cultivos agrícolas y en plantaciones. Los frutos de los árboles cultivados se comercializan principalmente de noviembre a enero. Los botones florales se consumen en los meses de julio a septiembre; con las flores maduras ("huesquelites") y con las semillas se elaboran distintos guisos y ensaladas.

La semilla o "chinchí" se "tuesta" y se come en seco como "botana"; las yemas foliares de primavera son apreciadas como verdura fresca. Las agallas o "huelexocos", producidas por la infestación de larvas de insectos en las ramas de la planta, se pueden comer crudas o asadas. La madera se usa para leña y postes; sus hojas no pueden ser utilizadas para forraje porque contienen el alcaloide mimosina que provoca la caída del pelo de los animales. Cuando las semillas maduran y son liberadas en forma natural, se conocen como "guajitos" o "polochocos", los cuales se consumen con sal y limón en ensaladas. Sus hojas tiernas se consumen como parte de la comida, denominada como huaxquelite y se comercializan en el mercado en las épocas en que el árbol no fructifica.

Chupandilla o coco (*Cryptocarpa procera* H. B. K.). Árbol de la familia *Anacardiaceae* de 7 a 10 m de altura, tronco robusto de color gris oscuro pubescente; hojas imparipinnadas (de 17 foliolos oblongos de 4-7 cm) con raquis alado. Flores blancas de alrededor de 3 cm y su fruto amarillo pubescente es globoso de 2 cm; su semilla es de color café claro con almendra blanca. Se localiza en las zonas cálidas y húmedas, generalmente a lo largo de arroyos temporales y como individuos aislados dentro de la vegetación espinosa, en donde alcanza un menor tamaño. Se distribuye desde Jalisco hasta Guerrero, Oaxaca y Puebla, pero sólo en áreas forestales naturales y aún en zonas desmontadas. El área de aprovechamiento se ubica en la Mixteca Poblana-Oaxaqueña desde Coxcatlán hasta Cuicatlán. De la semilla se extrae la "almendra" o "coco", la cual es comestible y en exceso puede ocasionar diarrea y malestares estomacales. También se aprovecha como forraje para el ganado; las hojas se utilizan como base para secar y empacar quesos y frutos silvestres; en infusión se usan para combatir la tos y para desinflamar el vientre de los animales. La madera se usa en la construcción por ser muy resistente.

Pitaya (*Stenocereus pruinosus*). Es una *Cactaceae* que se ramifica en su parte superior con una altura de hasta 5 m. Las flores son amarillentas y se observan en los meses de marzo a mayo. El fruto espinoso es ovalado de un rojo intenso, carnoso, jugoso y con alto contenido de semillas. Forma parte de la vegetación silvestre de Zapotitlán y Coxcatlán, donde es abundante en áreas con pendientes poco pronunciadas y de escasa elevación. La mayor abundancia se registró en Coxcatlán y Cuicatlán en forma asociada con las poblaciones de *Pachycereus* spp., *Escotria chiotilla* y *Stenocereus stellatus*.

Pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. Es una planta suculenta trepadora de longitud variable, perenne, ramificada, con bordes ondulados y rojizos de 3 a 5 cm de diámetro con espinas delgadas y escasas. Las flores son blancas o rojas y alargadas. El fruto, una baya de gran tamaño (hasta 20 cm de largo y 7-10 cm de diámetro), de color rosado iridiscente cuya epidermis forma "escamas" verdosas simétricas; la pulpa es jugosa blanca con numerosas semillas negras muy pequeñas. La flor ya seca se guarda como remedio contra diabetes y

males cardiacos, en forma de infusión. La fruta es ampliamente aceptada por su sabor dulce y refrescante en todos los mercados de la zona. La guía tierna y la flor se comen en forma de nopal o en caldo.

Jiotilla o Chonole [*Escotria chiotilla* (F.A.C. Weber) Rose]. De la familia *Cactaceae*, mide hasta 7 m de altura, ampliamente ramificada, con tronco corto y no muy grueso. Las flores amarillas se encuentran casi en la punta de las ramas; el fruto es pequeño de 4-7 cm de largo y 3 cm de diámetro de cáscara y pulpa roja. Se distribuye en las zonas más áridas de la región asociado con cardón y pitaya principalmente en Coxcatlán, Cuicatlán y Zapotitlán Salinas. En Cuicatlán se conoce como "chonole". El fruto se come únicamente maduro; sin embargo, su sabor penetrante deja un mal aliento, por lo que la gente prefiere prepararlo como agua de tiempo o en gelatina. En los mercados se vende o se usa en operaciones de trueque. Al igual que otras cactáceas, los troncos viejos y lignificados se utilizan como leña, principalmente en época de lluvias.

Xoconostle [*Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono]. Un cactus columnar altamente ramificado mide hasta 7 m de altura; la floración (las flores son rojas en las partes altas de las ramas) se extiende de mayo a julio, fructificando de julio a septiembre. Se distribuye ampliamente en la región como parte de la vegetación característica del matorral xerófilo. Es abundante en Coxcatlán y en las partes áridas de Cuicatlán. Los brotes tiernos de la guía se consumen ocasionalmente. Las flores pueden consumirse pero se tornan amargas. El fruto se consume y poco se comercializa o bien se usa como trueque por maíz o frutas; las semillas pueden consumirse tostadas en salsa o molidas y mezcladas con la masa usada para hacer las *tortillas*. En excavaciones, se obtuvieron registros del uso de esta especie que datan del año 6,500 A.C.

Nopal cruceta [*Acanthocereus subinermis* Britton (Rose)]. Es una *Cactaceae*, arboriforme de hasta 1.7 m de altura compuesta únicamente por tallos continuos ramificados a partir de la base. Sus flores son blancas, tubulares y alargadas, que se producen de marzo a mediados de junio. Se distribuye desde Oaxaca hasta Cuicatlán. Es escasa en estado silvestre y generalmente se presenta asociada a cultivos e incluso propagada como cerco vivo o junto a árboles grandes en las partes húmedas de laderas, ya que tiende a enredarse en sus troncos. Por la dificultad para remover la cutícula, se consumen únicamente las partes tiernas. Las flores tiernas se comen y reciben el nombre de "tetechas". La característica de este "nopal" es una menor cantidad de "baba" al cocerlo, razón por la que es preferido por la gente quien lo ha adoptado como una especie del huerto o traspatio.

Mala mujer (*Cnidoscolus aconitifolius*). Arbusto caducifolio altamente espinoso y urticante de tamaño variable lo que depende de la altitud. La época de floración se presenta de mediados de marzo a mediados de junio y la fructificación es de junio a noviembre. Durante todo el año proporciona hojas para realizar curaciones. Dentro del valle de Zapotitlán y Chazumba la distribución es restringida en el estrato arbustivo de las poblaciones de Yuca, Dasyliion y pochote (*Ceiba parvifolia*). Los usos son alimenticios y en la medicina tradicional como remedio contra la picadura de víbora. Las semillas tiernas se hierven y tuestan con sal; este producto se lleva a los mercados y se usa principalmente en transacciones de trueque.

Pochote (*Ceiba parvifolia* Rose y *Ceiba escualifolia*). Es un árbol deciduo que llega a alcanzar hasta 7 m de altura; es característico de la vegetación de la Mixteca en Chazumba y parte de la Sierra Colorada. En Oaxaca se encuentra a lo largo de la Sierra Madre del Sur, en el tramo de Teotitlán del Camino y en las zonas no irrigadas por los ríos. La floración es de julio a noviembre, fructificando desde noviembre hasta mediados de mayo. El fruto es redondo de 12 cm de diámetro y cáscara muy dura con semillas cuyo arilo algodonoso era muy apreciado como relleno de almohadas y en la fabricación de cotorinas (ropa para el frío). La producción de semillas es de marzo a junio. El pochote que fructifica de junio a julio es llamado de "aguas" (*C. parvifolia*) y el que lo hace entre marzo y abril se denomina de "secas" (*C. escualifolia*); por el aprovechamiento este último es de mayor importancia.

Las semillas se venden cocidas en los mercados con sabor similar a chícharo o frijol debido a su contenido de almidón. En platillos se combina con rábano, lechuga y aguacate (*Persea* sp.) en forma de ensalada. Las semillas maduras se consumen crudas o asadas en salsas y ensaladas; cocidas se comercializan y se comen como el "tepesquintle" (*Bumelia lactevirens*) y "chinchí" (*Leucaena esculenta*) o "teshca". Los botones florales y los frutos inmaduros también suelen acompañar a guisos y ensaladas. De la corteza del tallo elaboran artesanías como pagodas y templos. Las hojas se usan como forraje para la ganadería mixta trashumante. Su raíz tierna se conoce como "jícama de pochote". La flor se hierve y mezcla con una salsa preparada con chiltepe (*Capsicum annum* var. *aviculare*) que recibe el nombre de "pochonene".

**Palmitos** (*Yucca* spp.). Son plantas arbóreas de 3 a 5 m y cuyo tronco puede ser simple o ramificado con hojas dispuestas en roseta. Muy conocido en la región con evidencias de su uso y consumo que datan de 6- 800 años A.C. Dentro del valle de Zapotitlán, la *Yucca periculosa* se distribuye en lugares de escasa precipitación pluvial y terrenos accidentados como San Antonio Texcala y San Juan Raya. En la Mixteca es abundante y las comunidades le llaman "izotales" o "izotes". Se utiliza principalmente la flor o botones hervidos en combinación con otros alimentos. Las flores son aromáticas de color blanco brillante cuyos pétalos se abren durante la noche, se producen en panículas que llegan a medir hasta un metro de largo en la parte terminal de un tronco simple o ramificado. Esta flor tiene una alta proporción de ácido ascórbico (95 mg / 100g).

Entre las variantes de la región se encuentran el palmito blanco "fino" (*Yucca filifera*) debido a que su flor es más dulce, por lo cual se cultiva en los huertos de las casas. El palmito verde "rasposo" (*Yucca periculosa*), es silvestre y de sabor amargo. Del tronco se aprovechan las hojas para la obtención de fibras textiles y en la construcción de paredes, ya que tienen propiedades acústicas. Recientemente se ha considerado la posibilidad de obtener saponinas (hasta un 12%) de sus raíces, las cuales tienen un alto valor industrial en la elaboración de químicos y fármacos.

**Orégano** (*Lippia graveolens*). Es un arbusto leñoso que llega a medir 1.2 m, hojas de color verde opaco o blanco, pequeñas, de superficie irregular y bordes aserrados. La planta genera un fuerte aroma cuando la temperatura ambiental es elevada, lo que facilita su localización. Se distribuye en forma silvestre en todo el Valle, en la cima de elevaciones de poca altura, en los municipios de Coxcatlán y San Antonio Cañada. Su producción es estacional durante el período de lluvias. Las hojas de esta planta son una especia o condimento de uso común tanto en la región como fuera de ella.

### **Huertos familiares o solares**

Los huertos familiares son los sistemas agroforestales más completos y de aprovechamiento integral de los recursos con que cuenta un campesino. De acuerdo con las características y las condiciones de los recursos, así como con el uso tradicional que se hace de una determinada especie, la composición de un huerto generalmente presenta: a) especies frutales tropicales y, b) especies xerófilas como el guaje y el mezquite (Cuadro 2). También es importante contar con animales para el consumo, ya que estos influyen en el desarrollo del huerto para la aireación del suelo, control de plagas y fertilización.

Para cada una de las especies existentes en los huertos familiares se tienen épocas de cosecha diferentes (Cuadros 3, 4 y 5) lo cual hace posible que los productores cuenten con una fuente de ingresos económicos o alimenticios a lo largo de casi todo el año. Además, es en los huertos familiares donde se tiene una gran variedad de plantas medicinales (Cuadro 6) y el aprovechamiento es a lo largo del año.

Dentro de la diversidad de frutos que se cultivan en los huertos familiares (Cuadro 7), destaca la producción de pitayas, la cual se realiza en terrenos no muy extensos que se ubican junto a la casa habitación. La producción que se obtiene de estos huertos es relativamente alta,

debido a la extensa producción y a los variados usos a que se destinan sus productos, por lo cual no es sólo para los mercados locales, sino que también con frecuencia es trasladada a otros estados de la República Mexicana para su venta.

**Cuadro 2.** Especies encontradas en el sistema agroforestal de huertos familiares de Santiago Miahuatlán, Puebla, México.

Nombre común	Nombre científico	Usos <sup>a</sup>												A <sup>b</sup>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Aguacate	<i>Persea americana</i>				x	x									e
Biznaga	<i>Echinocactus grandis</i>												x		me
Bugambilia	<i>Bougainvillea spectabilis</i>					x							x		e
Cardón	<i>Pachycereus weberi</i>												x		me
Carrizo	<i>Arundo donax</i>		x										x		e
Casuarina	<i>Casuarinaceae equisetifolia</i>	x					x						x		e
Cazahuate	<i>Ipomoea arborescens</i>						x								e
Ciruela	<i>Spondias purpurea</i> y <i>S. mombin</i>				x								x		e
Colorín	<i>Erythrina americana</i>				x		x								me
Copa de oro	<i>Erblichia odorata</i>												x		me
Chayote	<i>Sechium edule</i>				x										e
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>				x				x						e
Chirimoya	<i>Annona reticulata</i>			x	x	x									e
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>				x					x					e
Granada	<i>Punica granatum</i>			x	x	x							x		e
Guaje	<i>Leucaena esculenta</i>	x	x		x			x	x	x					e
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>			x	x	x					x		x		e
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	a
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	x	x				x						x		a
Hule	<i>Castilla elastica</i>						x								me
Izote	<i>Yucca elephantipes</i> y <i>Y. periculosa</i>				x		x						x		e
Lima	<i>Citrus limmeta</i>			x	x	x					x		x		a
Limón	<i>Citrus limon</i>			x	x	x					x		x		a
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	x	x				x		x	x	x				a
Mora	<i>Morus celtidifoli</i>				x										me
Nanche	<i>Byrsonimia crassifolia</i>	x	x	x	x	x	x			x	x		x		e
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>												x		e
Nopal	<i>Opuntia spp.</i>		x		x	x	x								e
Nopalillo	<i>Nopalea karwinskiana</i>				x	x	x						x		e
Orquídea	<i>Laelia albida</i> y <i>L. anceps</i>												x		e
Papaya	<i>Carica papaya</i>				x	x					x				e
Plátano	<i>Musa acuminata</i>				x										e
Pirul	<i>Schinus molle</i>	x					x	x							a
Pitayo de mayo	<i>Stenocereus pruinosus</i>				x		x						x		a
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>		x		x								x		a
Sávila	<i>Aloe barbadensis</i>		x		x		x						x		a
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>		x	x	x	x							x		me
Tetecho	<i>Cephalocereus hoppenstedtii</i>												x		me
Tepesquistle	<i>Bumelia lactevirens</i>	x			x		x						x		e
Toronja	<i>Citrus maxima</i>			x	x	x									e
Trueno	<i>lucidum Ligustrum</i>						x						x		me
Xoconostle	<i>Stenocereus stellatus</i>		x		x		x								e
Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i>	x	x		x										e
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	x	x		x										e
Copal	<i>Bursera simaruba</i>	x					x				x				e

<sup>a</sup>1, combustible; 2, forraje; 3, bebidas; 4, alimentos; 5, medicinal o estimulante; 6, cerco vivo; 7, fibra; 8, postes o material para construcción;

9, incorporación de nitrógeno; 10, taninos o esencias; 11, tutores en cultivos; 12, ornato.

<sup>b</sup>A, abundancia: abundante (a) ; escasa (e); muy escasa (me).

**Cuadro 3.** Época de cosecha de especies frutales de los huertos familiares en la comunidad de Santiago Miahuatlán, Puebla

Especie	Meses del año											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ahuacate						X	X	X				
Ciruela				X	X	X						
Chicozapote					X	X	X					
Guayaba								X	X	X	X	X
Granada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Guamuchil					X	X	X	X				
Lima											X	X
Limón					X	X	X	X	X	X	X	X
Mamey			X	X	X	X	X	X	X			
Nopal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Papaya							X	X				
Plátano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zapote					X	X	X	X				

**Cuadro 4.** Época de cosecha de especies comestibles de los huertos familiares de Santiago Miahuatlán, Puebla.

Especies	Meses del año											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pitaya					X	X		X				
Xoconostle								X	X	X		
Guaje								X	X	X		
Sávila	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Cuadro 5.** Época de cosecha y valor de uso de las especies utilizadas en la economía familiar en el valle de Tehuacán, Puebla

Especies	Valor de uso	Meses del año											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tempequiste	Fruta comestible			X	X	X							
Chimalacate	Industria familiar		X	X	X	X					X	X	X
Pochote	Fruta comestible	X	X									X	X
Pitaya	Fruta comestible						X	X					
Guaje	Verdura								X	X	X		
Jiotilla	Fruta comestible						X	X	X				
Garambujo	Fruta comestible				X	X	X	X					
Pitahaya	Fruta comestible							X	X	X			
Guamuchil	Fruta comestible					X	X	X	X				
Chicozapote	Fruta comestible					X	X	X					

**Cuadro 6.** Plantas medicinales encontradas en los huertos familiares.

Nombre común	Nombre científico	Usos
Ajenjo	<i>Artemisia absinthium</i>	Estómago
Albahacar	<i>Ocimum basilicum</i>	Limpias
Asumiate	<i>Mikania cordifolia</i>	Hígado
Capitaneja	<i>Verbesina crocata</i>	Post-embarazo
Cinco negritos	<i>Rauwolfia tetraphylla</i>	Infecciones de piel
Cordoncillo	<i>Piper amalago</i>	Limpias
Espárrago plumoso	<i>Asparagus plumosus</i>	Nervios
Florifundio	<i>Datura candida</i>	Estómago
Hierba del cáncer	<i>Salvia occidentalis</i>	Infecciones
Hierba del golpe	<i>Oenothera rosea</i>	Golpes
Hierba buena	<i>Menta citrata</i>	Estómago
Hierba mora	<i>Solanum nigrum</i>	Estómago
Hierba de pollo	<i>Commelina diffusa</i>	Hemorragias
Estafiate	<i>Artemisia mexicana</i>	Estómago
Jasmín mosqueta	<i>Philadelphus mexicanus</i>	Estómago
Lengua de vaca	<i>Plantago major</i>	Parásitos intestinales
Mirto	<i>Salvia occidentalis</i>	Insomnio
Muicle	<i>Jacobina spicegera</i>	Estómago
Olacancuayo	<i>Iresina celosia</i>	Estómago
Poleo	<i>Mentha pulegium</i>	Vías respiratorias
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Estómago
Ruda	<i>Ruta graveolens</i>	Limpias
Zábila	<i>Aloe barbadensis</i>	Infecciones estomacales
Sauco	<i>Sambucus mexicana</i>	Vías respiratorias

**Cuadro 7.** Productos provenientes de huertos familiares

Productos	Especie/uso/parte utilizada
Frutos	Chirimilla, guaje, chabacano, anona, polochocos, capulín, zapote mamey, mango, guayaba, zapote blanco, manzana, granada, tejocote, chico zapote, pera, membrillo, plátano, chayote, zapote negro, granadilla, pitaya, higo, cuajilote, xoconostle, pitahaya, aguacate, tamarindo, jitomate, zapote amarillo, tilapo, guaje, durazno, coyol, halaches, chupandilla, jiotilla, mezquite (vaina), pitaya, guaje y nopal-tuna.
Hojas	Cilantro, lechuga, guaje (brotes), nopal. Verdolaga, pino, encino, madroño, carbón, y chimalacate
Semillas	Frijol, capulín (semilla), haba, maíz, pochote y piñón.
Espicias y condimentos	Epazote, yerbabuena, hoja santa, perejil, tomillo, hoja de aguacate, laurel y orégano
Flores comestibles	Colorín, izote (yuca), acacallas e izote.
Ornato	Alcatrúz, bromelias y manglia
Medicinales	Sávila, estafiate, hoja de naranjo, azahar, noche buena, epazote de zorrillo, cola de caballo, gordolobo, oaxaqueña, salvia real, manzanilla, yerbabuena, cuajilote, hoja de aguacate, hierba del aire, hoja santa, romero, cempasúchil, ruda, pericón, hierba dulce y árnica.
Fibras	Maguey, palmas e izote.
Resinas	Copal.
Atenuantes	Maguey-pulque y sotol.
Varios usos	Tecomate, bisnaga, jícara, doradilla, paxtle, cholulo.

### Plantas silvestres no convencionales

Además de las plantas de utilidad tradicional o convencional que se desarrollan en condiciones naturales en el campo, o que se cultivan en los huertos familiares, existen otras que generalmente son poco conocidas, pero que también son de importancia tanto económica como para la dieta alimenticia de las comunidades que habitan en esta región. En el Cuadro 8 se presenta un conjunto de especies silvestres que se desarrollan en condiciones naturales, dentro de hábitats primarios no perturbados por las actividades humanas y de los cuales se obtienen directamente algunos productos útiles.

**Cuadro 8.** Plantas silvestres de importancia no convencional

Nombre científico	Nombre común		Uso <sup>a</sup>
	Indígena	Español	
<b>Flores</b>			
<i>Agave marmorata</i>	Cantarocacaya	Cacaya	V
<i>Agave triangularis</i>	Clilcaya	Cacaya	V
<i>Agave angustiarum</i>	Tochcacaya	Cacaya	V
<i>Agave salmiana</i>		Cacaya de castilla	V
—		Cacaya de tunecho	V
<i>Agave stricta</i>		Cacaya pelo de ángel	V
<i>Agave karwinski</i>		Cacaya de cachitum	V
<i>Agave macrocantha</i>		Cacaya rabo de león	V
<i>Ceiba parvifolia</i>		Pochote	V
<i>Dasilyrion lucidum</i> Matzitze	Manitas		V
<i>Erythrina americana</i>	Pipe o niquemite	Colorín	V
<i>Neobuxbaumia tetezo</i>		Tetechas	V
<i>Aloe barbadensis</i>		Zábila	V
<i>Mimosa</i> sp.		Uña de gato	V
<i>Nopalea cochenelífera</i>		Cocochitas	V
<i>Yucca periculosa</i>		Palmitos	V
<i>Polyphillum tegetoides</i>		Picha	C
<i>Phaseolus vulgaris</i>		Frijol de verano	V
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>		Barbas de viejo	V
<b>Hojas</b>			
—		Jabonera	V
<i>Solanum americanum</i>		Hierbamora	V,C
<i>Plantago major</i>		Lengua de vaca	V
—		Cuayeca	C
—		Bahquilitl	V
—		Patas de gallo	V
—		Hierba santa	C
<i>Anoda cristata</i>		Halaches	V
—		Cerraja	V
—		Choquita	D,C
—		Malva	V
—		Chaya	V
—		Malacacuahuatl	V
—		Hierba de hediondo	V
—	Payanal	Hierba del aire	C
—		Oreja de liebre	V
<i>Gliricida sepium</i>		Flor de ratón	V
<i>Hylocereus undatus</i>		Pitahaya (guía)	V
<i>Bumelia laetivirens</i>		Tempesquistle	V
<i>Bumelia lactevirens</i>		Tiliapo	V
<i>Escotria chiotilla</i>	Chonole	Jiotilla	F,B
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>		Garambullo	F,D,B
<i>Myrtillocactus schenctii</i>		Garambullo	F,D,B
—		Cuajilote	D
—		Baboso	F
<i>Hylocereus undatus</i>		Pitahaya	F
—		Pepino criollo	V
—		Coxinicuili	F
—	Cogoppe	Toritos	F
—		Malinche	F,D
—		Chende	F,D
<i>Cryptocarpa procera</i>		Chupandilla	F
<i>Stenocereus pruinosus</i>		Pitaya	F
<i>Pachycereus weberi</i>	Cotzotze	Cardón	F,B
—		Obos	F
<i>Stenocereus stellatus</i>	Xoconoxtle	Xoconoxtle	F

<sup>a</sup> V, verdura; F, frutas; R, raíces, tubérculos y bulbos; D, dulces; C, condimentos; B, bebidas.

**Cuadro 8.** Plantas silvestres ... (continuación)

Nombre científico	Nombre común		Uso <sup>a</sup>
	Indígena	Español	
—		Chicuico	F
—		Vetevenado	
—		Chilitos	B
<i>Rauwolfia tetraphylla</i>		Cinco negritos	F
—		Chilequemiche	C
—		Angú	V
—		Nanche rojo	F
<b>Raíces y tubérculos</b>			
<i>Ceiba parvifolia</i>		Pochote	R
—		Camote hediondo	R
<i>Solanum</i> sp.		Papa silvestre	R
<b>Semillas</b>			
<i>Gossypium</i> sp.		Algodón	V
—		Calabaza pisto	D
<i>Pachycereus weberi</i>	Cotzotze	Cardón	C
<i>Leucaena esculenta</i>		Guajes	V
—		Sangre de dragón	D
—		Frijol mayesu	V
<i>Ceiba parviflora</i>		Pochote	V
<i>Cnidioscolus aconiyifolios</i>		Mala mujer	D
<i>Dasilyrion</i> sp.		Matzitze	C

<sup>a</sup> V, verdura; F, frutas; R, raíces, tubérculos y bulbos; D, dulces; C, condimentos; B, bebidas.

### Agricultura

En el valle de Tehuacán se distinguen dos sistemas de producción agrícola; 1) el de riego con infraestructura de galerías filtrantes, canales de riego, zanjas o acequias para aprovechar las aguas pluviales de las barrancas, manantiales y otras obras menores, y 2) el de temporal de la Sierra que se caracteriza por la práctica de una agricultura en condiciones marginales; no obstante, es productor de maíz, trigo y frijol.

La agricultura de temporal se practica, aprovechando una irregular y aleatoria precipitación, sobre suelos asentados en rocas calizas y extensos afloramientos rocosos. Gran parte del área cultivada se encuentra en las laderas de los lomeríos con delimitaciones de los terrenos cuidadosamente bordeados para prevenir la erosión, captar y retener el máximo posible de humedad. Alrededor de las poblacionales o comunidades, el cultivo es intensivo y también se emplean todos los medios para canalizar el flujo de agua disponible. Maíz es el cultivo principal.

La agricultura de riego del valle de Tehuacán es producto de mantos acuíferos que se forma como producto de la infiltración y acumulación de las aguas de la Sierra Madre Oriental, así como de las masas montañosas del centro de México. De la misma manera que en el temporal, el drenaje superficial ha sido canalizado y concentrado por diversos medios para llenar los canales de irrigación. En el Cuadro 9 se muestra la diversidad de productos agrícolas que se comercializan en pequeña escala.

### Mercados agrícolas

Los mercados del valle de Tehuacán, México, constituyen una de las expresiones de la diversidad de recursos y reminiscencia de relaciones de intercambio y comercialización, así como de los mecanismos de la economía indígena campesina, y muestran una de las principales fuentes de abastecimiento de recursos vegetales y animales, de enseres agrícolas y artículos para el hogar que provienen de la agricultura local y de los productos de recolección. Los mercados en el valle de Tehuacán se presentan en forma periódica uno ó dos días a la semana en los diferentes poblados y su importancia depende de la cantidad de personas que acuden a ofrecer sus productos.

**Cuadro 9.** Uso y diversidad de productos agrícolas

<b>Productos</b>	<b>Especies</b>
Productos comestibles	Chilacayote, calabaza, pepino, jitomate, guaje, mango, manzana, plátano macho, plátano, ejote, aguacate, tomate, chícharo, ciruela, durazno, guayaba, pera, chayote, tamarindo, uva, haba, elote, piña, chiles serrano, poblano, piquín, de árbol, papaya, sandía, lima, limón, toronja, mandarina, naranja, tejocote y melón
Hojas comestibles	Acelga, cilantro, alcachofa, lechuga, apio.
Semillas comestibles maíz	Alegría, cacahuete, garbanzo, coco, lenteja, arroz, ayocote, frijol, chícharo, haba y maíz
Raíces y tubérculos comestibles	Cebolla, ajo, betabel, zanahoria, camote, jícama, rábano y papa
Ornato	Margaritas, clavel, gardenias, nube, alhelí, nardos y alcatraz
Condimentos	Chile, epazote, perejil, pimienta gorda
Flores comestibles	Flor de calabaza y jamaica
Varios usos	Carrizo y maíz

### **Relaciones de comercialización**

El estudio de un sistema de mercados, puede proporcionar una visión real de las relaciones entre los grupos y clases dentro de una sociedad. En la región del valle de Tehuacán, el trueque es un tipo de intercambio de carácter cultural más que mercantil, que se realiza, independientemente de los tianguis o mercados, por la relación directa que se establece entre productor y consumidor, en un rol que se intercambia constantemente. La producción y comercialización de los productos agrícolas es estacional y en pequeña escala. Los mercados de Tehuacán constituyen una de las principales fuentes de abastecimiento de recursos vegetales, los cuales van desde productos alimenticios provenientes de la agricultura local hasta una gran diversidad de productos de recolección. Estos últimos tienen un importante papel en la economía de las personas dedicadas a esta actividad. Las cactáceas se destacan dentro de esta gran variedad de productos y usos.

El mercado-plaza de Tehuacán, Puebla es un centro económico rector donde se comercializa un gran número de artículos derivados de la agricultura, huerto familiar o de algún hábitat natural. Un total de 180 productos de importancia económica se comercializan de manera constante; 30% es producido en la región y la mayoría son obtenidos mediante la recolección, lo que evidencia que en la región existe un gran número de productos potencialmente utilizables.

### **Conclusiones**

El valle de Tehuacán, México, conforma una región en la que su pasado documental muestra la riqueza natural que hizo posible el asentamiento humano gracias al aprovechamiento integral de la diversidad biológica, la proyección y la estructuración de formas de organización social y de convivencia.

En las comunidades que se asientan en la región del valle de Tehuacán existe un amplio conocimiento tradicional relacionado con multitud de recursos genéticos y cuyo aprovechamiento, que se remonta a la época prehispánica, aún están en plena evolución. La continuidad de las diversas formas de utilización de una variedad de plantas hace necesario revalorar y sistematizar el conocimiento local, considerando que varias de las formas de aprovechamiento contribuyen no únicamente a proporcionar ingresos económicos, que de alguna manera mitigan las necesidades de la población, sino que además constituyen formas de manejo racional que tienden a preservar una relación equilibrada con los ciclos de los ecosistemas y la conservación de los recursos naturales.

**Literatura citada**

- Aguilera, H. N. 1970. Suelos de las zonas áridas de Tehuacán. *Cactáceas Suculentas Mexicanas* XV: 51-63.
- Arias, H. 1993. Cactáceas: conservación y diversidad en México. *In: R. Gío y E. López Ochoterena (eds.), Diversidad Biológica de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Vol. XLIV (especial).*
- Culter, H.C. and T.W. Whitaker. 1967. Cucurbits for the Tehuacan Valley. *In: D.S. Byers (ed.), The Prehistory of the Tehuacan Valley. Vol 1. The R.S. Peabody Foundation, Phillips Academy. University of Texas Press. Austin, Texas, USA.*
- Dávila-Aranda, P.D. 1983. Flora genérica del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México
- Flannery, K.V. 1967. Vertebrate fauna and hunting patters. Pp:132-177 *In: D.S. Byers (ed.), The Prehistory of the Tehuacan Valley. Vol 1. The R.S. Peabody Foundation, Phillips Academy. University of Texas Press. Austin, Texas, USA.*
- Flannery, K.V. 1973. Los orígenes de la agricultura en Mesoamérica. *Annual Review of Anthropology* 2: 271-310.
- Fiedel, J. S. 1996. Prehistoria de América. *Crítica/Arqueología. Grijalbo Mondadori S. A. Barcelona, España.*
- Flores, H. N. 1996. Caracterización del matorral esclerófilo perennifolio del valle de Tehuacán, Puebla: una comparación con los existentes en el clima mediterráneo. Tesis de Biol.. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.
- Harlan, J. R. 1971. Agricultural origins: centers and noncenters. *Science* 174:468-474.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). 1997. Simposio Internacional Tehuacán y su Entorno: balance y perspectivas. Compilado por Eréndira de la Lama. INAH. México, D.F. 479 pp.
- Jaramillo L., B. y M. F González. 1983. Análisis de la vegetación arbórea de la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México.* 45: 49-64.
- McNeish, R.S. 1967. A Summary of the subsistence. Pp:290-331 *In: D.S. Byers (ed.), The prehistory of the Tehuacán Valley. Vol. 1. The R.S. Peabody Foundation, Phillips Academy. University of Texas Press. Austin, Texas, USA.*
- McNeish, R.S. 1964. Los orígenes de la civilización en el nuevo mundo. *Science* 143:531-537.
- McNeish, R.S. 1971. Speculation about how and why food production and village life developed in the Tehuacan Valley, Mexico. *Archaeology* 24:307-315.
- Moseley, M. E. 1972. Subsistence and demography: An example of interaction from prehistoric Peru. *Southwestern Journal of Anthropology* 28:25-49.
- Struever, S. (ed.) 1971. Prehistoric Agriculture. Natural History Press, Garden City. New York.
- Ucko, P. J. and G. W. Dimbleby (eds.). 1969. The domestication and exploitation of plants and animals. Aldine Publishing Company, Chicago, USA.
- Villaseñor, J. L., P. Dávila y F. Chiang. 1990. Fitogeografía del valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50:135-149.

## II. Manejo de la diversidad de los cultivos

### La medición agronómica de la eficiencia en el rendimiento de los cultivos múltiples

*Celestino I. Chargoy Zamora*

*Profesor-Investigador y Coordinador del Campo Ecotecnológico para la Conservación y Uso de la Selva (CECUSE), Universidad Autónoma Chapingo, Km 51.3 Carretera Chetumal-Felipe Carrillo Puerto. A.P. 333, Chetumal Q.R., México ([chargoy@taurus1.chapingo.mx](mailto:chargoy@taurus1.chapingo.mx) ó [cchargoy@latinmail.com](mailto:cchargoy@latinmail.com)).*

#### Summary

**Agronomic measurement of efficiency in yields from multicropping.** To select the best strategy of cultivation between monoculture or polycropping systems, the agronomist frequently uses the concept of the land equivalent ratio (LER) =  $y_a/y'_a + y_b/y'_b$ . However, this index does not function correctly when comparing absolute yields that are very discordant. The responses of each crop under association are measured properly by the relative yields, where LER is estimated by  $(y_i / y'_i)$ . For the measurement of the mix responses we suggest using the yield-area comparative index (YACI), whose mathematical form is  $YACI = r (y_a + y_b) / (y'_a + y'_b)$ .

**Key words:** Agronomic land use efficiency, land equivalent ratio, multiple cropping efficiency.

#### Introducción

Desde la década de los años 60 y 70 del recién concluido siglo XX hubo una re-evaluación del papel de las asociaciones de plantas cultivadas, hecho relevante cuando en la mayor parte del ámbito académico y todo el gubernamental, en pleno auge de la *Revolución Verde*, era proclive el manejo de monocultivos en gran escala (de Wit, 1960 citado por Harper, 1977; Donald, 1963; de Wit y Van den Bergh, 1965; Trenbath, 1974; Harper, 1977).

El uso de monocultivos como estrategia agrícola era cuestionado desde varios puntos de vista; el ecológico (Odum, 1972), el social (Stavenhagen, 1976) y el agronómico mismo (Moreno *et al.*, 1973; Trenbath, 1974; Andrews y Kassam, 1976; Sánchez, 1977; Lépiz, 1978; Willey, 1979; Turrent, 1979). Varias investigaciones fueron orientadas a explicar el porqué; a pesar de que, no obstante, los rendimientos de los monocultivos a veces fueron superiores, los cultivos asociados o mixtos podían producir más en términos económicos o agronómicos (Trenbath, 1974).

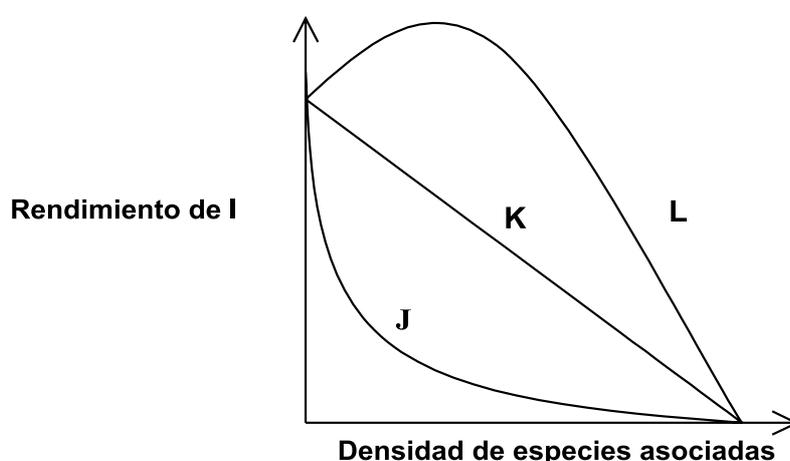
La determinación numérica que resume la eficiencia de las estrategias en comparación fue propuesta por de Wit (citado por Harper, 1977) como el Coeficiente Relativo de Amontonamiento (CRA) y la Razón de Superficie Equivalente (RASE) o su sinonimia del inglés, Land Equivalent Ratio (LER), Mc Gilchrist (1965) propuso el Coeficiente de Agresividad (CA). Chargoy y Solís (1986) encuentran inconsistencias en LER y proponen resolverlas con el Índice Comparativo de Rendimiento-Área (ICRA), y además señalan que dichas inconsistencias se extienden al CRA y al CA.

Sin embargo, por imitación o por desconocimiento de tales incongruencias, en los centros de educación superior e investigación científica vinculada a la agronomía, sigue en uso cotidiano, al menos, el LER. No sería por sí mismo un gran problema si el ámbito fuera solo científico, el asunto es grave cuando en la práctica, se pide certeza: “¿Cuánto ganó o dejó de ganar por sembrar en monocultivo o en asociación?” según el análisis de Chargoy y Solís (1986), los

resultados de LER (el más usado) pueden ser erróneos o desastrosos y pueden conducir a errores en las recomendaciones técnicas. Por ese motivo, este documento refiere las incongruencias y aporta elementos de cómo superarlas.

### **Modelos experimentales de asociaciones de plantas cultivadas**

Cuando se revisan estudios de asociaciones experimentales de cultivos se encuentra que el investigador maneja indistintamente tanto la densidad de siembra como la proporción de siembra. Ello provoca confusión y hace difícil la interpretación coherente de los resultados (Harper, 1977). Para resolver ese problema se tienen dos tipos de diseños experimentales: los aditivos y los substitutivos. En experimentos aditivos la densidad de una de las especies se mantiene constante, en tanto que la de la acompañante se hace variar (Figura 1).



**Figura 1.** Posibles efectos en el rendimiento de una especie (I) cuya densidad permanece constante, en tanto que varía la de las especies asociadas. La especie J muestra una mayor agresividad que las especies K y L.

Harper (1977) dice que este tipo de experimentos tiene una importancia obvia puesto que semejan muchas condiciones de campo donde la especie cultivada con densidad constante, es invadida en el área que ocupa por otras especies; las arvenses o malezas. El análisis del experimento, sin embargo, es particularmente difícil debido a que tanto la proporción de la composición como la densidad de la mezcla son cambiantes y sus efectos se confunden completamente.

Los experimentos substitutivos o de series de reemplazo, eliminan la mayoría de los problemas atribuidos a los experimentos aditivos, aunque establecen una situación artificial; variar las proporciones sin cambiar las densidades; sin embargo, a juicio de Harper (1977), son particularmente elegantes para este tipo de estudios. La Figura 2 muestra una serie de resultados posibles.

El Modelo 1 muestra a dos especies que no se interfieren en modo alguno; el rendimiento conjunto está en función de la densidad de siembra de manera directa. El Modelo 2 enseña que la especie J es más agresiva que la especie I; el rendimiento conjunto se mantiene constante debido a que el detrimento de J es compensado por la ganancia de I. El Modelo 3 muestra una relación negativa para ambas especies, con la consecuente reducción del rendimiento conjunto. El modelo 4, por el contrario, muestra una interacción mutualista o positiva para ambas poblaciones (Figura 2).

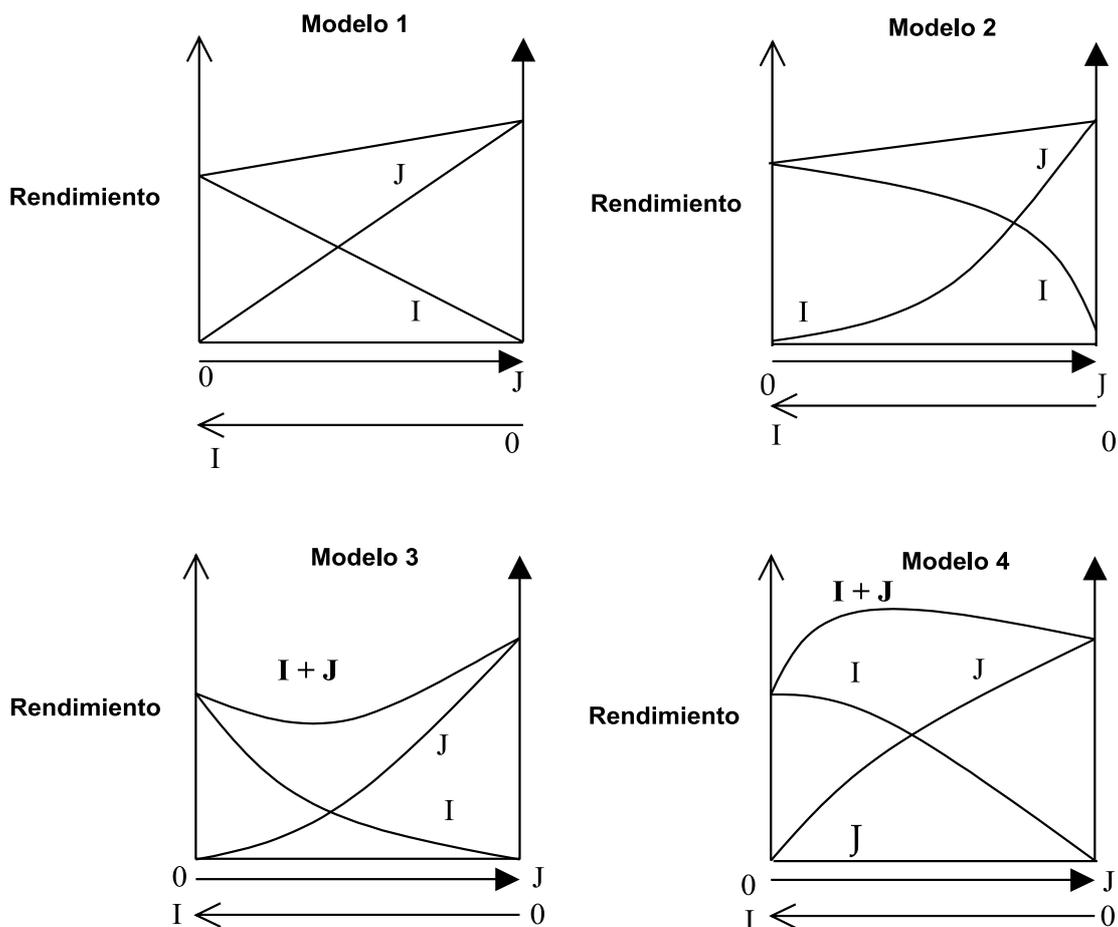


Figura 2. Posibles resultados de cultivos mixtos sembrados en experimentos substitutivos o en series de reemplazo, en cuatro modelos hipotéticos.

**El coeficiente relativo de amontonamiento (CRA)**

Se presume que este coeficiente relativo de amontonamiento (CRA) es una medida formal de la agresividad de una especie hacia la acompañante. La fórmula establece que:

$$\text{Coeficiente relativo de amontonamiento de I respecto a J} = \frac{\text{Rendimiento medio por planta de I en mezcla}}{\text{Rendimiento medio por planta de J en mezcla}} + \frac{\text{Rendimiento medio por planta de I en monocultivo}}{\text{Rendimiento medio por planta de J en monocultivo}}$$

O bien

$$k_{ij} = \frac{\frac{x_i}{x_j}}{\frac{y_i}{y_j}} \Rightarrow k_{ij} = \frac{x_i y_j}{x_j y_i}$$

De Wit dice que cuando el CRA de I respecto a J ( $k_{ij}$ ) es igual a la unidad, entonces no existe el carácter de dominante o dominado. Sin embargo, como se desprende del Cuadro 1 la unidad se obtiene en cuatro situaciones biológicas completamente distintas (Chargoy y Solís, 1986).

**Cuadro 1.** Arreglo de rendimientos de I y J que proporcionan  $k_{ij} = 1$ , pero con situaciones biológicas diferentes.

<b>Xi</b>	<b>Yi</b>	<b>Xj</b>	<b>Yj</b>	<b>Interpretación biológica</b>
1	1	2	0.5	Comensalismo
2	1	2	2	Mutualismo
0.5	1	0.5	1	Competencia
1	1	1	1	Neutralismo

En síntesis; cuatro interacciones biológicas completamente diferentes pueden confundirse con el Coeficiente Relativo de Amontonamiento desarrollado por de Wit.

No habiendo detectado la inconsistencia anterior, de Wit (citado por Harper, 1977 y Willey, 1979) sugiere determinar un CRA conjunto (**K**), que permita discernir la mejor opción de siembra:

$$K = k_{ij} * k_{ji}$$

Si  $K > 1$ , entonces la asociación de plantas cultivadas es superior

Si  $K = 1$ , es indistinto el modo de sembrar

Si  $K < 1$ , entonces la asociación es desventajosa

Obviamente, en forma matemática, no es de esperarse que el producto corrija los posibles defectos de los multiplicandos. El sentido biológico, derivado del Cuadro 1, sería ciertamente inexplicable.

### **Coeficiente de agresividad (Mc Gilchrist, 1965)**

Se entiende también que este indicador es generado a partir de experimentos substitutivos y se calcula de la siguiente manera:

$$A_{ij} = \frac{\text{Rendimiento en mezcla de i}}{\text{Rendimiento en monocultivo de i}} \times \frac{\text{Rendimiento en mezcla de j}}{\text{Rendimiento en monocultivo de j}}$$

Donde z es igual a la proporción de siembra de cada especie. Si  $A_{ij} = 0$ , entonces se supone que las especies componentes de la mezcla son igualmente competitivas. Pero se obtiene cero si las fracciones componentes son iguales entre sí, y pueden ser iguales en tres condiciones biológicas totalmente distintas:

$$x_i / y_i \cdot z_j = x_j / y_j \cdot z_i > 1, \text{ Mutualismo}$$

$$x_i / y_i \cdot z_j = x_j / y_j \cdot z_i < 1, \text{ Competencia}$$

$$x_i / y_i \cdot z_j = x_j / y_j \cdot z_i = 1, \text{ Neutralismo}$$

De lo anterior, se entiende que sólo el neutralismo sería correctamente estimado por el Coeficiente de Agresividad (CA).

### La razón de superficie equivalente (RASE)

Una medición apropiada de los efectos de vecindad de poblaciones vegetales que comparten un espacio común se obtiene mediante la aplicación del concepto de rendimiento relativo (de Wit y Van den Bergh, 1965; Harper, 1977) que se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento relativo de la especie } i = \frac{\text{Rendimiento de } i \text{ en asociación}}{\text{Rendimiento de } i \text{ en monocultivo}}$$

ó

$$\text{rrt} = x_i / y_i$$

Igual cálculo se aplica a la especie componente  $j$ .

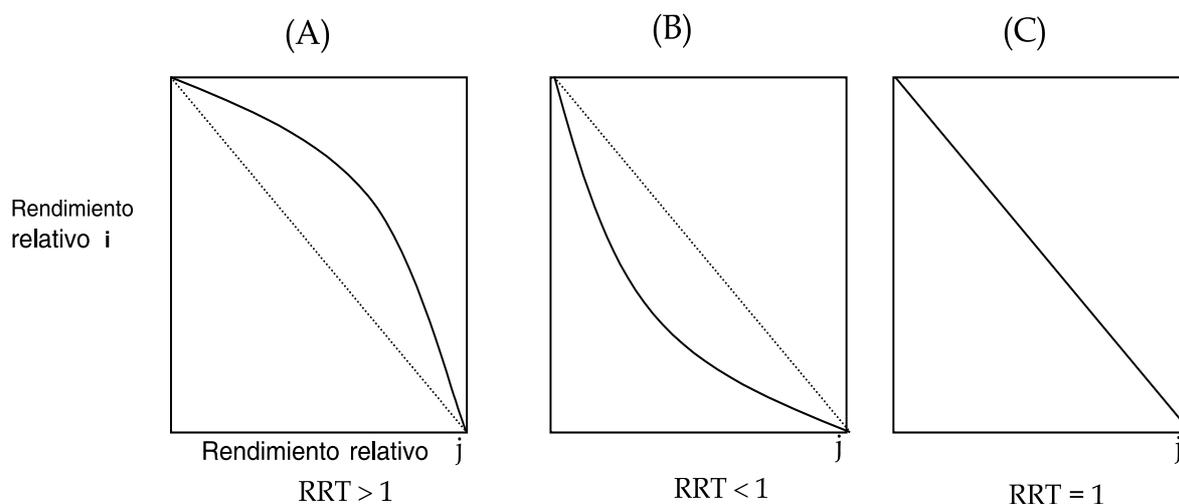
Los rendimientos relativos por componente dan una idea de la habilidad competitiva de cada especie:

Si  $\text{rrt} < 1$ , entonces la especie tiene poca habilidad competitiva

Si  $\text{rrt} = 1$ , igual capacidad competitiva

Si  $\text{rrt} > 1$ , la especie alta capacidad de asociación

Si estos valores relativos se suman, se obtiene el Rendimiento Relativo Total (**RRT**) atribuido a de Wit (citado por Harper, 1977). Estos valores pueden ser empleados para describir las relaciones mutuas de pares de especies (Figura 3).



**Figura 3.** Comportamiento entre especies que comparten un mismo espacio. (A) Ambas especies tienen diferentes demandas de recursos y muestran algún tipo de mutualismo. (B) Las especies establecen competencia por el uso de los recursos, dándose una relación antagónica mutua. (C) Ejemplo de neutralismo.

El RRT es más conocido como Razón de Superficie Equivalente (RASE) o Índice de Eficiencia Relativa de la Tierra (IERT, según Turrent, 1979). Willey (1979) menciona que la RASE “puede ser definida como la superficie relativa de tierra bajo monocultivos que se requiere para igualar los rendimientos logrados en los cultivos asociados”. Según este autor, un concepto adecuado para el empleo de la RASE, es el de cuando diferentes especies de cultivo, cualquiera que sea su tipo o nivel de rendimiento, son expresadas en bases relativas y directamente comparables. RASE puede adoptar valores menores, iguales o mayores a la unidad lo que

significará que la asociación sub-rinde, es indiferente o sobre-rinde respectivamente. Este indicador es el de mayor uso en la literatura vinculada a la ecología de poblaciones vegetales y a la agronomía de cultivos asociados (de Wit y Van den Bergh, 1965; de Wit *et al.*, 1966; Trenbath, 1974; Harper, 1977; Turrent, 1979; Mead y Stern, 1979; Willey, 1979; Rao y Willey, 1979; Mead y Willey, 1980; Willey y Rao, 1980; Vandermeer, 1981; Albarrán, 1983). Sin embargo, Mead y Willey (1980) y Chargoy y Solís (1986) encuentran que este indicador muestra fallas que hacen dudoso su empleo; en particular, para los segundos, la principal debilidad del índice radica precisamente en el hecho de sumar los valores relativos y suponer que ello refleja objetivamente alguna situación biológica de ganancia, pérdida o equilibrio entre las poblaciones componentes.

Un ejemplo con rendimientos hipotéticos en el Cuadro 2 muestra lo expuesto. Según Willey (1979) y Turrent (1979), RASE también se puede emplear con valores monetarios.

**Cuadro 2.** Comportamiento de la RASE o LER para rendimientos hipotéticos de dos cultivos que se asocian.

Cultivo / Tratamiento	Amaranto kg/ha	Amaranto r.r.	Maíz kg/ha	Maíz r.r.	Rendimiento 2 ha	RASE
<i>Rendimientos hipotéticos</i>						
Monocultivo	500	-	3,000	-	3,500	0
Asociación 1	450	0.9	300	0.1	1,500	1
Asociación 2	50	0.1	2,700	0.9	5,500	1
Asociación 3	250	0.5	1,500	0.5	3,500	1
<i>En términos monetarios</i>						
Monocultivo	5,000	-	6,000	-	11,000	0
Asociación 1	4,500	0.9	600	0.1	10,200	1
Asociación 2	500	0.1	5,400	0.9	11,800	1
Asociación 3	2,500	0.5	3,000	0.5	11,000	1

Como se desprende del Cuadro 2, RASE es insensible al cambio de parámetro. La explicación matemática de ello se da por lo siguiente:

$$\frac{x_i \times p_i}{y_i \times p_i} \Rightarrow \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}_i}$$

Sea  $x_i$  el rendimiento de  $i$  en asociación;  $y_i$  el rendimiento de  $i$  en monocultivo; y  $p_i$ , el precio o valor monetario de  $i$  por unidad de peso comparable. Entonces; por ubicarse  $p_i$  en el numerador y el denominador, su posible aportación es nula.

### El índice comparativo de rendimiento área (ICRA)

Propuesto por Chargoy y Solís (1986) como una medida efectiva del rendimiento conjunto, previsto por de Wit y conocido en la ecología como biomasa, pero ineffectivamente medido por los índices revisados. Se expresa de la siguiente manera:

$$ICRA = \frac{r(\chi_i + \chi_j)}{(\gamma_i + \gamma_j)}$$

Donde;  $x_i$  es el rendimiento de la  $i$ -ésima especie cultivada en asociación;  $y_i$  es el rendimiento de la misma  $i$ -ésima especie en monocultivo; y  $r$  es el coeficiente de compensación = número de especies que se cotejan = número de unidades de superficie comparables.

ICRA, entonces, es la proporción que define relativamente el rendimiento obtenido, en superficies comparables, por especies o variedades que se cultivan asociadas respecto a las mismas cuando se cultivan solas (Chargoy y Solís, 1986).

Si  $ICRA > 1$ , la asociación de cultivos es ventajosa.

Si  $ICRA = 1$ , es indistinto el modo de siembra.

Si  $ICRA < 1$ , los monocultivos superan al policultivo.

Con los datos empleados en el Cuadro 2 se aplicó el ICRA. Un ejemplo hipotético se muestra en el Cuadro 3. Como se puede notar, ICRA detecta claramente la pérdida o ganancia en grano conjunto; 2,000 kg en ambos sentidos, mismos que corresponden al 57%, también en ambos sentidos. Así entonces, ICRA cubre la necesidad de medir la respuesta global de las asociaciones, tal y como lo pretenden los diseños de experimentos en series de reemplazo según se observó en la Figura 2.

**Cuadro 3.** Comportamiento del ICRA al medir el comportamiento de tres asociaciones hipotéticas.

Cultivos/ Tratamientos	Amaranto (kg/ha)	Maíz (kg/ha)	Rendimiento en 2 ha	ICRA
Monocultivos	500	3,000	3,500	0
Asociación 1	450	300	1,500	0.43
Asociación 2	50	2,700	5,300	1.57
Asociación 3	250	1,500	3,500	1.00

El hecho de sumar biomasa de distintos cultivos es una práctica corriente en ecología cuando interesa conocer la biomasa de distintas especies componentes de un mismo nivel trófico y construir con ello las llamadas pirámides ecológicas (véase Odum, 1972; p. 88), el hecho está previsto también por de Wit (véase Figura 1). Es frecuente encontrar conceptos populares tales como producción total nacional de granos básicos (trigo, maíz, cebada, frijol, etc.) y producción total nacional de alimentos (carne de distintas especies, más granos básicos, más hortalizas, etc.). En el ejemplo, la suma de kg de granos más kg de amaranto genera el concepto de granos alimenticios. En otras palabras, sube el nivel jerárquico y cambia el género que califica. Sin embargo, si por otros conceptos fuese necesario no sumar biomasa, el ICRA podría trabajar con rendimientos monetarios, proteínicos, energéticos, etcétera.

## Conclusiones

La evaluación de las asociaciones de cultivos en cuanto a sus rendimientos debe considerar la respuesta del **rendimiento conjunto** y el efecto individual producido por cada uno de los componentes. Un método experimental adecuado a estos fines es el de las siembras en **series de reemplazo**.

La razón de superficie equivalente (RASE) y el índice comparativo de rendimiento área (ICRA), han sido diseñadas para evaluar la respuesta global de la asociación. Sin embargo, RASE puede confundir situaciones biológicas y agronómicas del todo distintas. No es, en consecuencia, una medición confiable.

Así, para conocer la respuesta de las asociaciones de plantas cultivadas el ICRA es el indicador confiable que dice, en términos relativos, los efectos de ganancia o pérdida. Complementariamente, para conocer la respuesta del efecto de asociación de cada una de las plantas cultivadas, es adecuado el empleo de los rendimientos relativos ( $x_i/y_i$ ) que son los componentes de la RASE.

## Referencias

- Albarrán M., M. 1983. La siembra asociada de maíz-frijol en surcos anchos (1.80 m) intercalada con frijol o trigo. Una alternativa de producción en áreas de temporal. Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Andrews, D.J. and A.G. Kassam. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. Pp: 1-11 *In*: R.I. Papendick *et. al.* (ed), Multiple cropping. A.S.A. Special Publication No. 27, Am Soc. Agron., madison, WI. USA.
- Chargoy Z., C.I. y F. Solís Mendoza. 1986. El índice comparativo de rendimiento-área y la razón de superficie equivalente para la medición de la eficiencia de cultivos asociados. *In*: Memorias del XI Congreso Soc. Mex. de Fitogenética.
- de Wit, C.T. and J.P. Van den Bergh. 1965. Competition among herbage plants. *Netherlands. J. Agric. Sci.* 13:212-221.
- de Wit, C.T., P.G. Tow, and G.C. Enmek. 1966. Competition between legumes and grasses. *Agricultural Research Reports* 687. Institute for Biological and Chemical Research on Field Crop and Herbage. Wageningen, The Netherlands
- Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Adv. Agron.* 15:1-18.
- Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants.* Academic Press. New York, USA.
- Lépiz I., R. 1978. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis Dr. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Mc Gilchrist, C.A. 1965. Analysis of competitions experiments. *Biometrics* 21:975-985.
- Mead, R., and R.D. Stern. 1979. Statistical considerations in experiments to investigate intercropping. *In*: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), *Proceedings of the International Workshop on Intercropping*, 10-13 Jan. 1981. Hyderabad. India.
- Mead, R. and R.W. Willey. 1980. The concept of land equivalent ratio and advantages in yield from intercropping. *Expl. Agric.* 16:217-228.
- Moreno, R. O. F.A. Turrent y E.R. Núñez. 1973. La asociación maíz-frijol, una alternativa en el uso de los recursos de los agricultores del Plan Puebla. *Agrociencia (México)* 14:103-107.
- Odum, E.P. 1972. *Ecología.* Interamericana. México.
- Rao, M.R. and R.W. Willey. 1979. Stability of performance of a pigeonpea/sorghum intercrop system. *In*: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), *Proceedings of the International Workshop on Intercropping*, 10-13 Jan. 1981. January. Hyderabad, India.
- Sánchez D., S. 1977. Estudio de rentabilidad económica de la asociación maíz-frijol en la zona de influencia de Chapingo. Tesis Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx.
- Stavenhagen, R. 1976. *Las Clases Sociales en las Sociedades Agrarias.* Siglo XXI. México.
- Trenbath, B.R. 1974. Biomass productivity of mixture. *Advances in agronomy* 26:177- 210.
- Turrent F., A. 1979. El Sistema Agrícola un Marco de Referencia Necesario para la Planeación de la Investigación en México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Vandermeer, J. 1981. The interference production principle: an ecological theory for agriculture. *BioScience* 31:361-364.
- Willey, R.W. 1979. Intercropping; Its important and research needs. Part I: Competition and yield advantages. *Field Crop Abstracts* 32 :1-10
- Willey, R.W. and M.R. Rao. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Expl. Agric.* 16:117-125.

## Intervenciones participativas para la conservación del maíz en fincas en los valles centrales de Oaxaca, México

Mauricio R. Bellon<sup>1</sup>, José Alfonso Aguirre Gómez<sup>2</sup>, Melinda Smale<sup>1,3</sup>, Julien Berthaud<sup>1,4</sup>, Irma Manuel Rosas<sup>1</sup>, Jorge Mendoza<sup>1</sup>, Ana María Solano<sup>1</sup> y Rafael Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT).*

<sup>2</sup> *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Caudillo del Sur 121, Fracc. Bosques de la Alameda, Celaya, 38050 Guanajuato, México.*

<sup>3</sup> *International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma, Italia.*

<sup>4</sup> *Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Francia.*

### Summary

**Participatory interventions for the on-farm conservation of maize in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico.** The on-farm conservation of agrobiodiversity is now recognized as an important component of a global strategy for the conservation of genetic resources. With the objective of exploring and evaluating ways of helping farmers' efforts to maintain the diversity of maize landraces in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico, a project was carried out to determine whether it is possible to increase maize productivity while also conserving or improving genetic diversity. ("Maize productivity", understood in a broad sense, is defined not only in terms of yield but also as yield stability and other characteristics of interest to farmers.) The project organized and compared diverse interventions with small-scale farmers in six communities of the Central Valleys. Through the project, the farmers obtained access to the diversity of maize landraces or local varieties found in the region, by means of field days and the sale of seeds of a subset of landraces that were identified as valuable for farmers and scientists. They also received training in techniques for managing and selecting seeds, and learned about principles that could aid them in conserving the characteristics of local varieties that they valued. This project was divided into three components: 1) diagnostic, 2) execution and evaluation of the interventions, and 3) evaluation of its impact. The project results indicate that the participating farmers in the study zone require access to diversity, especially to the relatively rare types of maize. The farmers value different characteristics in their maize landraces, especially those related to food consumption. Among women, colored maize materials, and especially the rarest ones, are especially in demand; the diversity increases when these preferences are taken into consideration. The subgroup of maize types selected jointly by the farmers and scientists for sale produced good results. During the two years in which seed was sold (1999 and 2000), 287 farmers bought a total of 1,889.5 kg. The training activities showed that participating farmers frequently did not understand certain aspects of maize reproduction, but when this knowledge was shared with them, at least some showed a desire to try out the new management techniques. A total of 739 farmers were trained between 1999 and 2000, with an average participation of 1.5 training sessions per farmer. These results suggest that farmers' access to germplasm and knowledge constitute an important limitation for the on-farm maintenance of agrobiodiversity. In particular, transaction costs are associated with having access to a diversity of varieties or types of maize, both accesses to seeds as well as to information about the performance of distinct varieties available. The interventions of this project helped to reduce these costs. In terms of farmers' knowledge, we identified that important gaps exist, which limit farmers' capacity to store their seeds and grains, but farmers also have the ability to adopt practices which could allow them to manage their diversity more effectively.

**Key words:** Participatory interventions, small-scale farmers, training, seed selection.

## **Introducción**

La conservación en finca de la agrobiodiversidad es reconocida como un componente importante de una estrategia global de la conservación de los recursos genéticos (Brush 1999; IPGRI 1993; Jarvis *et al.*, 2000; Maxted *et al.*, 1997; Wood y Lenné 1999). Este tipo de conservación requiere de la participación activa de los agricultores y sólo será exitosa en la medida que estos consideren que está en su interés mantener la diversidad en sus fincas (Brush 1995). Las zonas de domesticación y alta diversidad de cultivos probablemente son los sitios más indicados para la conservación en finca dado que en estos lugares los agricultores, además de haber mantenido una gran diversidad de variedades del cultivo por generaciones, tienen una cultura que le da gran valor a esta diversidad, debido a diversos usos culinarios, a la buena adaptación al ambiente y otros usos especializados para el cultivo de interés. Estas condiciones se traducen en una alta demanda local por la diversidad, lo que probablemente disminuye los costos para mantenerla. En la medida en que los agricultores locales se benefician de la diversidad presente, los costos de las intervenciones necesarias para mantener esta diversidad disminuyen. Sin embargo, aun en estas condiciones, las intervenciones externas son necesarias para apoyar los esfuerzos de los agricultores a fin de mantener la agrobiodiversidad dado que los costos de producir o tener acceso a diversas variedades de un cultivo aumentan, mientras que el interés de mantener esta diversidad van disminuyendo debido a cambios culturales, tecnológicos y económicos (Bellon, 2001a).

Con el objeto de explorar y evaluar maneras de apoyar los esfuerzos de los agricultores para mantener la diversidad de variedades criollas de maíz en los Valles Centrales de Oaxaca, México se llevó al cabo un proyecto para determinar si es posible aumentar la productividad del maíz, al tiempo que se conserva o se mejora la diversidad genética. La “productividad del maíz”, entendida en un sentido amplio, se define no sólo en términos de rendimiento sino también en estabilidad del rendimiento y de otras características de interés para los agricultores.

En el proyecto se organizan y comparan diversas intervenciones con pequeños agricultores en seis comunidades de los Valles Centrales. Por medio del proyecto, los agricultores obtienen acceso a la diversidad de variedades criollas o locales de maíz en la región, reciben capacitación en técnicas de manejo y selección de semilla, y aprenden principios que los ayudan a conservar las características de las variedades locales que ellos valoran. Este proyecto para su operación se dividió en tres componentes: 1) diagnóstico, 2) realización y evaluación de las intervenciones y 3) evaluación del impacto.

Los investigadores eligieron los Valles Centrales para este proyecto por varias razones. Una de las más importantes fue que los agricultores de esa región han cultivado maíz durante mucho tiempo y siguen conservando hasta la fecha la diversidad de sus variedades criollas. Estos materiales tienen un valor considerable para la agricultura más allá de los Valles Centrales, ya que han contribuido a la generación de variedades mejoradas de maíz tolerantes a la sequía muy conocidas en otras partes de México. Sin embargo, las variedades mejoradas de maíz han tenido muy poco impacto en los Valles Centrales, y aunque la virtual ausencia de esas variedades puede haber ayudado o no a conservar la diversidad del maíz en la región, sí indica que la investigación científica no ha proporcionado a los agricultores nuevas opciones tecnológicas.

Asimismo, la región es étnicamente diversa y agroecológicamente heterogénea, y a pesar de los cambios económicos ocurridos en los últimos años, las comunidades de los Valles Centrales continúan haciendo énfasis en su cultura indígena, que incluye las distintas formas de preparar y/o aprovechar el maíz. Sin embargo, como no existe ninguna garantía de que los agricultores seguirán interesándose por conservar la diversidad de variedades, es importante comenzar a explorar opciones que sustenten este interés, esto es, investigación científica que responda a los intereses, necesidades y restricciones de los agricultores.

### **Diagnóstico**

El diagnóstico abarcó varias actividades en las que se aplicaron las metodologías de la investigación participativa (Bellon, 2001b). Para comenzar, los investigadores recolectaron muestras de variedades locales de maíz que se consideraron representativas del espectro de la diversidad del maíz en los Valles Centrales. Las muestras se recolectaron en 15 comunidades elegidas por la variedad de sus condiciones agroecológicas y socioeconómicas y por su diversidad étnica y cultural. Los investigadores también se guiaron por algunos estudios anteriores sobre la distribución de la diversidad del maíz. En cada comunidad, los científicos recopilaron información sobre la taxonomía local de los tipos o variedades de maíz de informantes clave para identificar la diversidad de las variedades locales y para localizar agricultores que estuvieran dispuestos a donar muestras. Si bien la falta de recursos económicos no permitió que se llevara a cabo una investigación participativa más completa en las 15 comunidades, se hizo un ejercicio de selección de sitios, con objeto de formar un subgrupo de seis comunidades en las que se realizaría la mayor parte del trabajo.

Para evaluar la heterogeneidad de las familias campesinas en las seis comunidades y lograr una mayor comprensión de sus metas, recursos y limitaciones, así como de la variabilidad espacial y temporal que afectaba su agricultura, se utilizó una serie de metodologías participativas, basadas principalmente en grupos de enfoque y en informantes clave. Las metodologías incluyeron la obtención de la taxonomía local de los suelos, la taxonomía local de los tipos o variedades de maíz, la clasificación local de los agricultores, la clasificación local del clima y la clasificación con base en los recursos económicos.

Adicionalmente se llevó a cabo una encuesta base con una muestra aleatoria de 40 familias por comunidad, a fin de obtener una muestra representativa de las familias en las comunidades (Smale *et al.*, 1999). Esta muestra se utilizará como grupo de control para verificar o comparar la información obtenida con los métodos participativos, y también permitirá realizar la evaluación del impacto posterior. La encuesta base incluyó una evaluación sistemática de las características que los agricultores consideraban importantes (derivadas de la taxonomía local de los tipos o variedades de un cultivo en particular) en las variedades criollas de maíz, y de la forma en que esas características estaban distribuidas entre las variedades que cultivaban (la demanda y la oferta de características).

Para evaluar el comportamiento agronómico y la diversidad morfológica de las variedades recolectadas (información particularmente importante para los científicos), se sembraron ensayos de todas las variedades en las 15 comunidades donde se habían recolectado. Los ensayos se plantaron en campos de agricultores, pero los científicos se encargaron de ellos. Se organizaron seis días de campo para que los agricultores pudieran visitar tres de estos experimentos: se dedicaron tres días al periodo en que las plantas de maíz alcanzaron la madurez fisiológica, y tres a la cosecha. En los días de campo, se invitó a los agricultores a que observaran las variedades y “votaran” a favor de las que les gustaran. Los agricultores recorrieron el ensayo y anotaron los números de todas las parcelas en las que estaban las variedades que les habían gustado. Los investigadores consideraron la elección de los participantes como “votos” y asumieron que entre más alto fuera el porcentaje de agricultores que votaran una variedad de maíz, mayor era el valor que probablemente tenía para ellos. El propósito de este ejercicio consistía en poder ordenar de manera rápida y sencilla las muestras de maíz en un gradiente de interés por parte de los agricultores. Para que los investigadores pudieran tener una idea de quién había participado en los días de campo, se recopiló un conjunto mínimo de indicadores socioeconómicos de los participantes. Con base en los datos de la evaluación agronómica y los votos de los agricultores, para el segundo componente del proyecto: las “intervenciones”, se seleccionaron 16 variedades criollas y una variedad mejorada (Bellon *et al.*, 2003).

Un tema importante en este tipo de investigación es la forma de pasar del diagnóstico a la selección de intervenciones específicas. En los Valles Centrales, el diagnóstico mostró que los agricultores apreciaban muchas características en sus variedades criollas de maíz, sobre todo

aquellas relacionadas con el consumo. Los días de campo, en los que se pudo apreciar la diversidad del maíz recolectado en la región, atrajeron la atención y la participación de los agricultores, y el ejercicio de la votación indicó que no hubo ninguna variedad “mejor” o “ideal”. En cambio, los agricultores parecían querer un conjunto de variedades (es decir, una gama de diversidad). Si bien la colección de variedades criollas locales contenía diferentes tipos de maíz, los agricultores sembraron únicamente un promedio de 1.6 variedades por familia; por tanto, los investigadores llegaron a la conclusión de que los agricultores deseaban tener acceso a la diversidad. Los científicos descubrieron cuáles características específicas en una variedad de maíz la mayoría de los agricultores apreciaban más: que tolerara la sequía, que fuera resistente a las plagas de grano almacenado y que “siempre diera algo” hasta en los años malos. Dados los recursos disponibles para el proyecto, ninguna de estas características se podía mejorar fácilmente mediante el fitomejoramiento, pero sí por medio de prácticas más eficientes de almacenamiento y de selección de semilla. El diagnóstico mostró que las prácticas actuales de almacenamiento y de selección de semilla no satisfacían las necesidades de los agricultores, y que la capacitación podría desempeñar un papel importante en la modificación de esas prácticas. La capacitación se ha basado en comprender el conocimiento de los agricultores acerca de estos problemas, y ha intentado proveer principios generales que los agricultores puedan aplicar por sí mismos, de acuerdo con las ideas de Bentley sobre la interacción entre el conocimiento local y el científico (Bentley, 1994).

### ***Intervenciones***

Las intervenciones consistieron en 1) proporcionar a los agricultores en las seis comunidades acceso a la diversidad de las variedades criollas de maíz existentes en la región (los 17 materiales seleccionados en los días de campo), 2) capacitarlos en técnicas de selección y manejo de semilla, y 3) enseñarles principios que les ayuden a mantener las características de las variedades que consideran valiosas. En estas intervenciones podía tomar parte quien así lo deseara, y las invitaciones abiertas y la publicidad fomentaron la participación de todo tipo de agricultores. Los investigadores utilizaron este enfoque porque les interesaba saber quién participaba, cuáles eran los incentivos de la participación, a quién beneficiaba, y de qué manera los beneficiaba a ellos.

Para proporcionar a los participantes acceso a la diversidad de variedades criollas de maíz, se establecieron parcelas de demostración en las seis comunidades y se organizaron más días de campo. Durante los días de campo, los participantes observaron las plantas y las mazorcas de las variedades criollas de maíz que se les ofrecían, y también recibieron información sobre el comportamiento de éstas en el campo. Después de visitar las parcelas de demostración, los agricultores podían comprar semilla del material que quisieran. La idea de permitir el acceso a esta diversidad consistía en facilitar la experimentación del agricultor con las variedades criollas. Los investigadores establecieron una serie de experimentos de los agricultores con un subgrupo de agricultores escépticos pero muy motivados.

Con el propósito de capacitar e instruir a los agricultores, se impartieron en sus comunidades cinco sesiones de capacitación, las cuales comenzaron con una evaluación de su conocimiento sobre la reproducción del maíz y sus percepciones del mejoramiento de este cereal. En las sesiones adicionales se enseñaron los principios básicos de la reproducción del maíz, los principios de la selección de semilla en el campo y en el hogar (incluyendo ejercicios prácticos en el campo) y los principios y técnicas para almacenar semilla y grano.

### ***Evaluación del impacto***

El tercer componente del proyecto, la evaluación del impacto, incluye la encuesta base (antes descrita) y el monitoreo de una muestra de los agricultores que participaron en cada intervención. El monitoreo consiste en entrevistas sistemáticas anuales con esta muestra de agricultores; las entrevistas abarcan su participación y sus percepciones de las ventajas y desventajas de

participar. Asimismo, los científicos y los agricultores participantes determinaron un conjunto de indicadores del impacto. Para evaluar la distribución de los participantes y los impactos según su estatus socioeconómico, se efectuó una clasificación con base en los recursos económicos de todos los participantes.

### **Resultados**

A la fecha, los resultados del proyecto indican que los agricultores participantes en la zona de estudio requieren acceso a la diversidad, especialmente a la de tipos de maíz relativamente raros. Los agricultores valoran características diferentes en sus variedades criollas de maíz, especialmente aquellas relacionadas con el consumo. Entre las mujeres los materiales de color, y particularmente los más raros, tienen especial demanda; la diversidad aumenta cuando se tienen en cuenta estas preferencias. El subgrupo de tipos de maíz seleccionado conjuntamente por los agricultores y los científicos para distribución dio buenos resultados. En los dos años en que se ha vendido semilla (1999 y 2000), 287 agricultores compraron un total de 1,889.5 Kg. Las actividades de capacitación mostraron que los agricultores participantes con frecuencia no comprendían ciertos aspectos de la reproducción del maíz, pero que en cuanto se les proporcionaba este conocimiento, por lo menos algunos se mostraban deseosos de probar las nuevas técnicas de manejo. Un total de 739 agricultores fueron capacitados entre 1999 y 2000, con un promedio de participación de 1.5 sesiones de entrenamiento por agricultor. Un resultado particularmente importante es que hubo un interés limitado, así como participación, en las sesiones de capacitación que involucraron selección de plantas en campo. Esta es una práctica muy importante para hacer selección masal, un método que ha sido propuesto de manera importante para el mejoramiento participativo en cultivos de polinización abierta como el maíz. Esto sugiere que este tipo de práctica no será ampliamente adoptado.

Los agricultores que participaron en los experimentos colectivos verificaron que los tipos de maíz "experimental" produjeron en sus circunstancias, y opinaron que algunos de los tipos fueron incluso mejores que sus propias variedades criollas, las cuales se emplearon como control en los experimentos. Tomando en cuenta todos los tipos de participación, más de 900 agricultores colaboraron en este proyecto.

### **Conclusiones**

Estos resultados sugieren que el acceso a germoplasma y conocimiento por parte de los agricultores constituyen una limitación importante para mantener la agrobiodiversidad en finca. Particularmente los costos de transacción para tener acceso a la diversidad de variedades o tipos de maíz, tanto en cuanto al acceso a la semilla como a la información acerca del desempeño de las distintas variedades disponibles. Las intervenciones de este proyecto sirvieron para reducir estos costos. En términos del conocimiento de los agricultores, se identificó que existen brechas importantes, que limitan su capacidad para almacenar sus semillas, granos y también su habilidad para adoptar prácticas que les permitirían manejar su diversidad de manera más efectiva. En particular, esto indica por qué la selección masal puede no ser adoptada de manera generalizada, a menos que se proporcione a los agricultores información especializada sobre la reproducción del maíz. Aun así, los resultados sugieren que los agricultores probablemente no están dispuestos a invertir el tiempo y trabajo necesarios para implementar este tipo de selección.

El gran interés y participación de los agricultores que colaboraron con este proyecto sugiere que la conservación en finca de la agrobiodiversidad es factible, pero depende de que existan incentivos tales como una tradición cultural fuerte que vincule a las personas con la agrobiodiversidad que utilizan y mantienen. Los métodos participativos son herramientas importantes en este proceso.

## Agradecimientos

El proyecto cuyos resultados se reportan aquí ha sido financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá. Agradecemos a los agricultores que donaron muestras de maíz y que participaron con gran entusiasmo en las actividades del proyecto.

## Referencias

- Bellon, M. R. 2001a. Demand and supply of crop infraspecific diversity on farms: towards a Policy framework for on-farm conservation. *Economics Working Paper 01-01*. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, D.F.
- Bellon, M. R. 2001b. Participatory Research Methods for Technology Evaluation. CIMMYT. Mexico, D.F.
- Bellon, M. R., J. Berthaud, M. Smale, J. A. Aguirre, S. Taba, F. Aragon, J. Diaz and H. Castro. 2003. Participatory landrace selection for on farm conservation: an example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Gen. Res. Crop Evol.* 51:401-416 .
- Bentley, J.W. 1994. Facts, fantasies, and failures of farmer participatory research. *Agriculture and Human Values* 11: 140-150.
- Brush, S. B. 1995. *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. *Crop Science* 35:346-354.
- Brush, S. B. 1999. The issues of in situ conservation of crop genetic resources. Pp: 3-26 in Stephen B. Brush (ed.), *Genes in the Field*. International Plant Genetic Resources Institute, International Development Research Center, and Lewis Publishers, Rome, Ottawa, and Boca Raton, FL, USA.
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). 1993. *Diversity for Development: the Strategy of the International Plant Genetic Resources Institute*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Jarvis, D., B. Sthapit, and L. Sears (eds.). 2000. *Conserving Agricultural Biodiversity in Situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Maxted, N., B. V. Ford-Lloyd, and J. G. Hawkes (eds.). 1997. *Plant Conservation: The In Situ Approach*. Chapman and Hall, London.
- Smale, M., A. Aguirre, M. Bellon, J. Mendoza, and I. Manuel Rosas. 1999. Farmer Management of Maize Diversity in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico: CIMMYT/INIFAP 1998 Baseline Socioeconomic Survey. *Economics Working Paper 99-09*. International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT), Mexico, D.F.
- Wood, D. and J. M. Lenné (eds.). 1999. *Agrobiodiversity: Characterization, Utilization and Management*. CABI Publishing, Wallingford, UK.

## Conservación *in situ* y mejoramiento participativo de la “milpa” en Oaxaca, México

Flavio Aragón-Cuevas<sup>1</sup>, H. Castro<sup>2</sup>, N. Dillanes<sup>2</sup>, J.F. Ortega<sup>2</sup>, J.M. Hernández C<sup>1</sup>., E. Paredes<sup>2</sup>, S. Montes<sup>1</sup>, J. S. Muruaga<sup>1</sup> y S. Taba<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Manuel Doblado 1010, Centro, Oaxaca, Oaxaca ([ps602@prodigy.net.mx](mailto:ps602@prodigy.net.mx)).

<sup>2</sup>Profesores de la Universidad Autónoma Chapingo.

<sup>3</sup>Investigador del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

### Summary

***In situ* conservation and participatory breeding of Milpa in Oaxaca, Mexico.** Oaxaca is one of the centers of origin of many plant species, including maize, beans, squash, amaranth, and chile peppers. The region also is home to sixteen native groups, distributed throughout the state, who have a rich cultural background of cultivation, knowledge of useful species, and the ways they should be prepared and eaten. In the Sierra Norte of Oaxaca, where Mixes, Mazatecos, Cuicatecos, Zapotecos, Chinantecos, Mixtecos and Nahuatl groups live, “milpa” agriculture is practiced. This cultivation system maintains high levels of genetic variation and provides a steady production of food and other products. Nevertheless demand for food has increased in recent years due to rapid population growth and related pressure upon natural resources, so it is important to improve agricultural productivity and preserve the species in the system. This research aims to maintain and improve the genetic abundance of the “milpa” system with the active participation of growers. Since 1999, INIFAP and the Centro Regional Universitario Sur of the Universidad Autónoma Chapingo have been working together on this project.

**Key words:** Milpa, participatory plant breeding, *in situ* conservation.

### Introducción

La conservación de los recursos genéticos representa un beneficio económico y social tanto para las comunidades donde se implementan iniciativas de este tipo como para la humanidad en general. Ante una situación de cambio climático global (temperaturas extremas, lluvias torrenciales, sequías, plagas, nuevas enfermedades, etc.), y cambios sociales y económicos vertiginosos (sobrepoblación, presión sobre los recursos naturales, pobreza, migración, transculturación y abandono de las actividades del campo) la permanencia de las semillas criollas se ve seriamente amenazada. Además, se agrega la amenaza real de los materiales transgénicos del mercado mundial, que ya están en México, particularmente en Oaxaca, e incrementa la preocupación por los recursos genéticos criollos debe ser mayor. Por lo anterior, es urgente la colecta del germoplasma que manejan los pequeños agricultores, así como rescatar su cultura de manejo y uso.

Los grupos indígenas de Oaxaca, México referidos en este artículo están catalogados como de alta marginación y es donde existe un alto déficit de maíz y frijol, a pesar de disponer de alta riqueza genética. Por tanto, al implementar y lograr mejoras en la productividad y calidad de sus sistemas de producción se impulsará no sólo un factor de justicia social, sino también el reconocimiento a la labor de los campesinos.

Con la iniciativa aquí descrita se busca que los pequeños productores tengan alternativas productivas para enfrentar el hambre y materiales de maíz, frijol y calabaza con el mayor potencial productivo (20 % más de rendimiento), y de calidad para el autoconsumo e industria. Logrando identificar materiales promisorios por su contenido de proteína, aceite, almidones, calcio, hierro u otro elemento importante para la alimentación humana o animal, se estará en

posibilidades de implementar proyectos productivos para estas áreas marginadas. Con la iniciativa aquí referida, se buscó impactar alrededor de 60,000 hectáreas, donde existen cerca de 30 mil agricultores, en su mayoría indígena.

### ***Materiales y métodos***

A continuación se describe brevemente las actividades realizadas dentro de un proyecto de conservación *in situ* y mejoramiento participativo: *Colecta de la diversidad de la milpa*<sup>1</sup>. Fueron identificadas 26 comunidades a través de la zona Mazateca (8 comunidades), Cuicateca (8 comunidades) y Mixe (10 comunidades) de Oaxaca, México, para estudiar las poblaciones de maíz. Estas comunidades se encuentran ubicadas entre los 1,450 msnm y 2,500 msnm. Los criterios de selección de las comunidades de muestreo fueron; grupo étnico, diversidad genética de maíz, potencial productivo, clima, suelo, altitud, disponibilidad de agua (temporal-lluvia y riego), topografía, migración, uso del maíz (grano, elote -mazorca inmadura cocida-, forraje, tortillas, etc.) y destino de la producción (autoconsumo, venta).

En cada comunidad se trató de coleccionar la mayor parte de la diversidad genética de maíz, frijol y calabaza (*Cucurbita* sp), manejada por cada productor. El tamaño de muestra obtenido por cada productor fue de 40 mazorcas por cada "tipo" de maíz, de 3 a 4 kilos de semilla de frijol y de cinco frutos de calabaza. Si un productor cultivaba más de un maíz, frijol o calabaza se trató de tener la muestra de todos sus materiales. De cada colecta se tomaron sus datos de pasaporte, uso, manejo y tiempo de cultivar los materiales.

*Caracterización y evaluación del germoplasma.* Para disponer de información del comportamiento agronómico de las diferentes colecciones de maíz, frijol y calabaza, se establecieron ensayos experimentales en diferentes comunidades y en diferentes años (1999, 2000 y 2001):

*Maíz.* Para obtener resultados confiables sobre las características agromorfológicas del maíz en la zona de estudio, durante 1999, se establecieron tres ensayos en las comunidades de San Pedro Ocopetatlillo, Teotitlán; San Miguel Santa Flor, Cuicatlán; y El Portillo Matagallinas, Ayutla, Mixes. En cada comunidad se sembraron 254 colectas de maíz (238 colectas locales y 16 del banco de germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT- como testigos). En todos los experimentos se utilizó un diseño experimental de bloques incompletos con dos repeticiones. El tamaño de la parcela fue de dos surcos de cinco metros de largo, 0.80 m. de ancho, y con 7 matas por surco, depositando 4 granos por mata.

*Frijol.* En el año 2001, se establecieron dos ensayos con 52 muestras de frijoles de guía. Los materiales se establecieron en asociación con el maíz criollo del productor y se registraron 20 características agromorfológicas para detectar los materiales sobresalientes.

*Calabaza.* Durante el ciclo de temporal del año 2000 se estableció un ensayo con las 30 muestras de las calabazas colectadas. Se sembraron 22 semillas por surco, depositando 2 semillas cada metro, en surcos de 10 m de largo y 12 m de ancho. Después del primer cultivo se aclaró dejando solamente 11 plantas.

*Demostraciones de campo.* Una práctica común durante cada ciclo de evaluación de los diferentes ensayos, parcelas de validación o parcelas demostrativas, fue la realización de demostraciones de campo para que los agricultores pudieran observar el comportamiento de todos los materiales de maíz, frijol y calabaza. Los agricultores fueron los jueces para la selección de los mejores materiales en función de sus criterios de selección y gustos personales. Ellos observaron no solamente el rendimiento sino también otros criterios como color de grano, apariencia de la mazorca, textura, facilidad de desgrane, color de olote<sup>2</sup> y de totemoxtle (conjunto de hojas que cubren a la mazorca) para el caso del maíz. Para frijol tenían la oportunidad de ver

<sup>1</sup> Término utilizado en México para referirse al lugar de siembra de una o más especies.

<sup>2</sup> Mexicanismo para llamar a la estructura donde se insertan los granos de la mazorca

ciclo, forma de vaina y color de grano, entre otros. A cada productor participante se le proporcionaba una hoja para que realizara una “votación”, anotando los materiales de maíz o frijol que más le gustaban. Este evento se realizó en dos etapas: en elote y cosecha para el caso del maíz, y solo en cosecha para frijol y calabaza. Posteriormente, se realizaba un análisis de los materiales elegidos por los productores y se seleccionaban los materiales más votados.

*Feria de semillas.* Los objetivos de esta actividad fueron dar acceso a la diversidad entre productores, conocer las semillas criollas que posee cada productor, intercambiar experiencias y semillas, revalorar la importancia de la conservación y detectar materiales de maíz, frijol y calabaza, no colectados en el muestreo inicial. El procedimiento de este evento fue invitar a todas las comunidades cercanas a una comunidad núcleo designada para realizar la feria de semillas criollas. A cada productor se le pedía que llevara toda la diversidad de maíces, frijoles y calabazas que sembraban en sus parcelas, así como los quelites<sup>3</sup> y otros cultivos de importancia para su alimentación y el sostenimiento de sus familias. El día de la feria se registraba e identificaba a cada productor. En una hoja se anotaba toda la diversidad que traía. Se designaban los jueces para evaluar las muestras y se otorgaban premios a la diversidad (3) y a la calidad (3).

*Capacitación.* Con base a la problemática detectada en el sistema de producción de la milpa, se diseñaron cursos de capacitación para proporcionarles elementos a los productores para favorecer la conservación de sus recursos genéticos y obtener mayor productividad. Se trató de fortalecer los conocimientos que ya poseen los productores y de corregir y enseñar lo que no se conoce bien del proceso tanto de mejoramiento como de manejo de la milpa. El curso principal fue sobre “Técnicas de Conservación y Mejoramiento de la Milpa”.

*Mejoramiento participativo.* En una colaboración estrecha entre productores e investigadores se realizó la selección masal de los materiales detectados como sobresalientes, tanto en maíz como en frijol y calabaza.

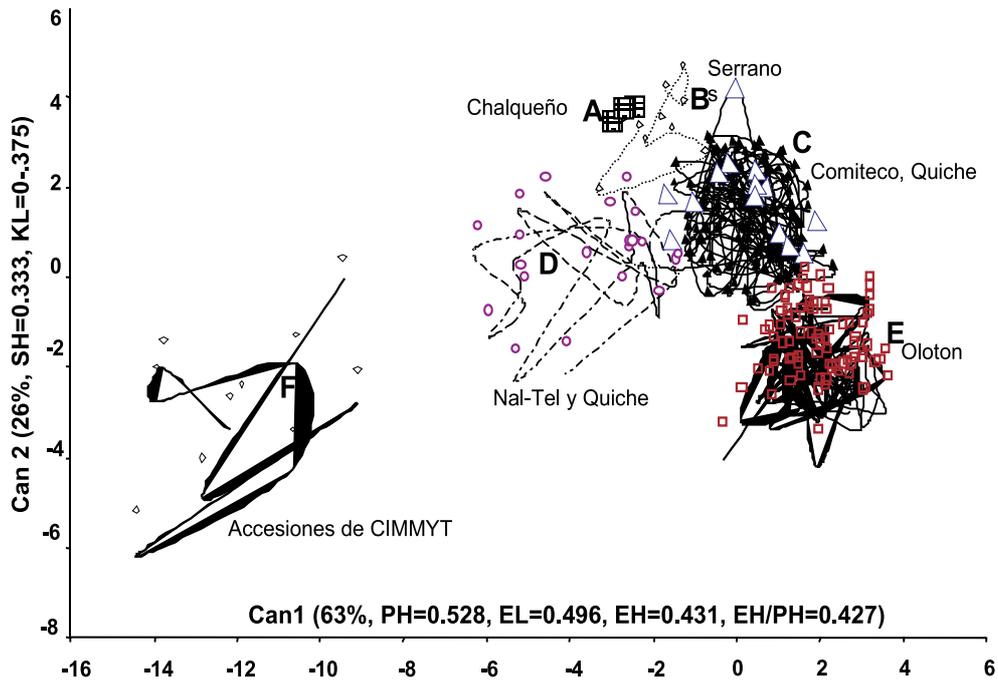
### **Resultados y discusión**

*Colecta de la diversidad.* En total se colectaron 334 muestras, de las cuales 238 correspondieron a maíz, 64 de frijol y 30 de calabaza. Para el caso de maíz se colectaron 115 materiales de color blanco, 92 amarillos, 14 negros, 16 pintos (varios colores) y 1 rojo. Se encontraron 15 razas de maíz: Olotón, Serrano, Chalqueño, Comiteco, Bolita, Tepecintle, Celaya, Pepitilla, Chiquito, Cónico, Elotes Occidentales, Olotillo, Tehua, Mushito y Vandeño. En frijol; 12 fueron de mata y 52 de guía. Las especies detectadas fueron: *P. coccineus*, *P. polyanthus* y *P. vulgaris*. La mayoría de los materiales de la especie *Polyanthus* se consumen como ejote, (grano con vainas) y una vez seca la vaina, lo cual indica que tiene poca fibra. Se encontraron una alta variación en colores, hábitos de crecimiento, texturas y tamaños. Respecto a las calabazas, se encontraron cuatro de las cinco especies cultivadas existentes en el mundo: *C. pepo*, *C. argyrosperma*, *C. moschata* y *C. ficifolia*. Fue interesante observar la alta diversidad de especies que manejan los productores de la región, en promedio, un productor tiene 1.94 variantes de maíz, 1.66 de frijol y 1.94 de calabazas.

*Caracterización de la diversidad.* De la evaluación de los materiales de maíz en varios ambientes, y después de realizar un análisis canónico, se encontraron seis grupos de diversidad genética (Figura 1). De cada grupo se seleccionaron los materiales sobresalientes por sus características agromorfológicas y por la selección realizada por los productores.

---

<sup>3</sup>Quelite, es una palabra de uso común en México para llamar a las especies hortícolas consumibles que crecen “espontáneamente” dentro de los cultivos.



**Figura 1.** Diversidad genética de 238 accesiones de maíz pertenecientes a 16 razas típicas de la zona Mazateca, Cuicateca y Mixe. A, B, C, D, E y F.

En el Cuadro 1 se listan algunos de los materiales detectados como sobresalientes. Se puede observar que son materiales que tienen alto potencial de rendimiento de grano; aunque, tienen largos ciclos de cultivo, porte alto y pudrición de mazorca.

**Cuadro 1.** Materiales de maíz sobresalientes en tres comunidades de la zona Mazateca, Cuicateca y Mixe de Oaxaca, 1999.

G.D.	Colecta	Color	Altitud	Raza1	Raza2	SI	AN	PH	EH	YLD	EROT	EL	KL	KW	SEL
A*	46	amarillo	2100	Q		109	103	259	149	3728	*33	11	1.2	0.9	75
E	141	amarillo	2000	Q		127	121	316	206	3250	25	19	1.1	1.0	42
E	157	blanco	1860	Q		122	115	296	175	3792	26	19	1.2	1.0	66
E*	159	blanco	1860	Co		121	116	294	180	4218	*24	20	1.2	1.1	71
E*	163	pinto	1860	Q		113	105	252	132	3691	18	18	1.1	1.0	95
E	189	amarillo	1950	Q		116	112	295	177	3540	31	19	1.1	1.0	59
C	191	amarillo	1760	Nt	Q	130	123	293	188	3035	*17	18	1.1	0.9	64
E	263	blanco	2050	OI	Q	123	120	269	158	2606	34	18	1.0	0.9	49
C	268	blanco	2050	Co	Q	133	128	293	188	2679	25	18	0.9	0.9	44
E	271	blanco	2050	Q		126	118	289	179	3337	27	19	1.0	1.1	51
E*	310	blanco	2050	Q		124	118	311	189	3853	15	19	1.0	1.1	91
E*	317	amarillo	1900	Q		119	114	301	176	4194	*22	19	1.0	1.0	100
E*	322	blanco	1900	Q		121	115	291	183	4082	19	18	1.0	1.1	85
C*	324	amarillo	1900	Q	OI	127	118	314	201	3438	*29	18	1.0	1.0	74
D	332	amarillo	2050	Nt	Q	114	105	223	116	2422	*50	16	1.0	1.2	41
Media general						119	112	257	150	2626	42	16	1.0	1.0	41
DMS (5%)						1009									
C.V.						20									

**Simbología:** G.D., grupo de diversidad de acuerdo a la figura 1; Raza: Q, quiche; Co, comiteco, Nt, ntamta y OI, oloton; SI, días a flor femenina; AN, días a flor masculina; PH, altura de planta (cm); EH, altura de mazorca (cm); YLD, rendimiento de grano (kg/ha); EROT, pudrición de mazorca (%); EL, longitud de mazorca (cm); KL, longitud de grano (mm); KW, ancho de grano (cm); SEL, índice de selección (%).

Con base en los resultados se puede decir que la mayoría de los materiales evaluados presentaron ciclos vegetativos largos y porte alto de planta. Estas evidentes deficiencias será necesario mejorarlas en coordinación con los productores.

*Evaluación y caracterización de frijol.* Los frijoles tienen fuertes problemas de plagas en ciertas etapas de desarrollo del cultivo, esto provoca bajos rendimientos de grano. En el Cuadro 2 se muestra el comportamiento de algunas de las colectas, que evaluadas en dos ambientes, tuvieron comportamientos aceptables para las condiciones de manejo de los productores.

**Cuadro 2.** Características agromorfológicas de frijoles de guía evaluados en las comunidades de Totontepec y Ayutla, Oaxaca, 2001.

Núm. Colecta	Especie	Largo vaina (cm)	Ancho vaina	Semillas/vaina (cm)	Longitud semilla	Ancho semilla	Grosor semilla	Rend. grano (kg/ha)
82	<i>P. vulgaris</i>	13.6	0.8	6.7	0.9	0.6	0.5	217.4
231	<i>P. polyanthus</i>	10.1	1.2	4.3	1.2	0.9	0.6	257.2
234	<i>P. polyanthus</i>	9.1	1.1	3.1	1.0	0.7	0.5	270.6
245	<i>P. vulgaris</i>	12.7	0.7	6.7	0.9	0.5	0.4	203.4
251	<i>P. polyanthus</i>	9.4	1.2	3.5	1.1	0.8	0.5	293.3
288	<i>P. polyanthus</i>	10.3	1.1	4.0	1.1	0.7	0.5	325.5
302	<i>P. polyanthus</i>	9.4	1.1	4.0	1.1	0.7	0.5	270.8
304	<i>P. polyanthus</i>	9.6	1.2	3.7	1.1	0.8	0.5	383.1
316	<i>P. polyanthus</i>	9.3	1.0	3.6	1.1	0.7	0.5	313.7
333	<i>P. coccineus</i>	9.7	1.1	3.9	1.1	0.8	0.5	223.6

El frijol de mata se evaluó en el año 2000 en San Pedro Ocopetatillo, Teotitlán. Estos materiales superaron ampliamente a los materiales mejorados 'Michigan' y 'Strike' (Cuadro 3). La mayoría de los materiales criollos tienen ciclos precoces y tiene buen comportamiento agronómico al establecerlos como unicultivo.

**Cuadro 3.** Características agromorfológicas del frijol de mata evaluados en San Pedro Ocopetatillo, Teotitlán, Oaxaca, 2000.

Núm. Colecta	Días a madurez	Altura planta (cm)	Vainas por planta	Largo vaina (cm)	Ancho vaina (cm)	Largo de grano (cm)	Peso 100 semillas (g)	Rend. (kg/ha)
22	85	42	20	7.3	0.8	1.0	16.0	775
97	95	48	19	10.2	1.1	1.1	17.6	936
108	92	56	18	10.3	0.9	1.1	16.3	1101
145	90	35	7	10.2	1.2	1.3	23.1	924
149	101	58	12	11.7	1.1	1.3	19.8	1438
175	97	50	14	11.1	1.1	1.1	19.1	975
183	105	55	13	11.6	1.1	1.2	20.3	1346
210	105	59	13	10.7	1.0	1.1	20.6	965
239	89	29	16	7.5	0.7	0.9	14.6	707
241	87	38	10	9.3	0.9	1.2	22.6	781
243	87	34	13	8.7	1.0	1.0	19.3	625
244	90	37	14	6.7	0.8	1.0	15.1	954
frijol delgado (T <sup>a</sup> )	90	41	21	8.1	0.8	1.0	15.8	1097
Michigan (T)	100	30	14	9.0	1.0	0.9	15.3	669
Strike (ejotero) (T)	89	15	11	11.9	0.8	1.4	25.6	388
Criollo productor (T)	90	46	14	9.2	0.7	1.0	15.5	613

<sup>a</sup>Testigo

*Evaluación y caracterización de calabaza.* El único ensayo de caracterización se estableció en las instalaciones del Campo Experimental Valles Centrales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Los resultados se muestran en el Cuadro 4, donde se observa que tres colectas (169, 280 y 319) no produjeron frutos posiblemente por falta de adaptación. La producción de flores masculinas fue profusa pero ninguna femenina. Los materiales más productivos por el número de frutos/parcela fueron la colecta 227 (71 frutos), colecta 260 (78), colecta 253 (76 frutos) y 228 (81 frutos). Los materiales con mayor peso de semilla por fruto generalmente fueron los chilacayotes (*C. ficifolia*). Se identificaron 12 muestras de la especie *Cucurbita pepo*, cinco muestras de *C. moschata*, dos de *C. anguisperma* y 11 de *C. ficifolia*.

**Cuadro 4.** Características agromorfológicas de calabazas criollas de la zona Mazateca, Cuicateca y Mixe de Oaxaca, 2000.

Núm. colecta	Especie	Días a flor	Long. fruto	Peso fruto (cm)	Long. semillas (kg)	Peso sem./fruto (cm)	P100 <sup>a</sup> sin (g)	Frutos/parcela testa
121	<i>C. ficifolia</i>	108	26.1	3.9	1.76	73.60	12.00	32
227	<i>C. pepo</i>	65	18.4	2.0	2.02	91.50	16.50	71
90	<i>C. pepo</i>	110	24.1	2.3	1.85	85.30	10.50	20
314	<i>C. ficifolia</i>	140	35.6	0.5	1.85	79.00	13.50	2
7	<i>C. pepo</i>	71	17.3	2.3	2.02	87.80	17.50	31
290	<i>C. ficifolia</i>	150	29.2	4.6	1.78	79.80	12.50	38
39	<i>C. pepo</i>	69	14.6	1.6	1.92	51.30	12.50	36
185	<i>C. ficifolia</i>	141	32.7	6.2	1.83	72.60	13.50	36
91	<i>C. pepo</i>	71	19.6	2.1	1.95	44.60	6.00	38
246	<i>C. argyrosperma</i>	82	21.3	2.8	2.53	152.00	23.50	10
19	<i>C. pepo</i>	72	18.6	2.6	2.24	88.60	19.50	44
298	<i>C. ficifolia</i>	145	27.5	3.3	1.77	54.22	12.00	25
171	<i>C. pepo</i>	67	13.9	2.0	1.78	64.80	16.50	42
319	<i>C. moschata</i>	120	-	-	-	-	-	-
176	<i>C. ficifolia</i>	145	32.0	4.2	1.84	84.12	13.00	28
307	<i>C. ficifolia</i>	144	32.3	4.4	1.98	86.00	14.50	47
110	<i>C. pepo</i>	74	17.5	2.6	1.88	95.10	18.50	18
247	<i>C. moschata</i>	89	22.7	3.6	2.10	116.70	18.50	59
116	<i>C. argyrosperma</i>	70	15.1	1.4	2.01	69.50	16.00	59
260	<i>C. pepo</i>	66	15.5	1.8	2.02	89.50	15.00	78
162	<i>C. moschata</i>	95	-	-	-	-	-	5
228	<i>C. ficifolia</i>	140	30.4	4.2	1.74	82.70	12.50	81
23	<i>C. pepo</i>	71	19.5	2.0	2.07	87.10	17.00	34
266	<i>C. moschata</i>	79	18.6	2.5	2.17	93.80	18.50	18
132	<i>C. ficifolia</i>	108	20.9	3.2	1.76	82.50	11.5	42
205	<i>C. moschata</i>	87	15.2	3.0	1.56	68.50	12.0	32
148	<i>C. ficifolia</i>	86	27.2	3.8	1.67	52.18	11.00	26
253	<i>C. ficifolia</i>	140	29.6	4.3	1.79	76.36	14.00	76
66	<i>C. pepo</i>	79	16.8	2.1	2.02	99.70	22.00	23
280	<i>C. moschata</i>	95	-	-	-	-	-	0

<sup>a</sup> peso de 100 semillas

*Feria de semillas.* Se realizaron cinco ferias de semillas criollas: dos en San Pedro Ocopetillo, Teotitlán (29 de junio de 2000 y 2001) con semillas criollas Mazatecas, dos en Concepción Pápalo, Cuicatlán (8 de diciembre de 2000 y 2001) y una en San Pedro y San Pablo Ayutla (27 de enero de 2002). La finalidad de estas ferias fue promover la conservación *in situ* de las semillas criollas, el intercambio de experiencias y de semillas entre los productores de la región y dar un reconocimiento a los campesinos por la conservación de la riqueza genética. Hubo una entusiasta participación de los agricultores de diferentes comunidades de la región. Para dar un reconocimiento a los productores que presentaron las mejores muestras de semillas

criollas, se otorgaron tres premios en dos categorías; diversidad y calidad. Los premios consistieron en herramientas útiles para el campo como silos metálicos para el almacenamiento de granos, bombas de aspersión de pesticidas, molinos de nixtamal (máquina para moler el maíz precocido) y herramientas para el campo.

*Mejoramiento participativo.* Junto con los productores e investigadores se logró realizar dos ciclos de selección masal en 16 criollos de maíz. Estos materiales presentaron excelentes rendimientos bajo temporal -lluvia-, buena calidad de tortilla y son los más demandados por los productores de la región. Así mismo, se tiene el segundo ciclo de selección de seis variantes locales de frijol de guía y cuatro de mata.

*Demostraciones de campo.* Se realizaron 10 demostraciones de campo durante el período del proyecto. Alrededor de 550 productores asistieron a los eventos, por lo que la tecnología es conocida a nivel regional.

*Acceso a la diversidad.* Con la finalidad de distribuir entre los productores los mejores materiales de maíz y frijol detectados como sobresalientes por los productores y por la evaluación agronómica, durante los años 1999, 2000 y 2001, se incrementó la semilla de las 16 colectas sobresalientes de maíz y seis de frijol. En total se distribuyeron alrededor de 2,500 kg de maíz y 1,500 kilos de frijol en diferentes comunidades del área de estudio.

*Cursos de capacitación.* Para lograr que los productores realizaran una mejor selección de su semilla de maíz, frijol y calabaza se realizaron en diferentes lugares cursos de capacitación sobre "Técnicas de conservación y mejoramiento de la milpa". Las comunidades beneficiadas con estos eventos en la zona Mazateca fueron San Pedro Ocopetatillo, San Lorenzo Cuaunecuiltitla, Santa María Teopoxco, Santiago Texcalcingo, San Jerónimo Tecoaatl y Buenavista Texcalcingo. En total se capacitaron en forma directa alrededor de 260 productores. También se impartieron talleres sobre manejo de plagas de granos almacenados, plagas del follaje en frijol, fertilización en maíz y frijol, y labranza de conservación.

### **Conclusiones**

Del estudio se generó la recomendación de 15 criollos mejorados de maíz para la zona Mazateca, Cuicateca y Mixe de Oaxaca, que a largo plazo significa la producción de estos materiales en al menos 20,000 hectáreas de la región, y desde luego la comercialización de la producción en el mercado local, regional y nacional, lo cual se manifestaría indudablemente en un mejor nivel de vida del productor maicero regional. También se tiene un segundo ciclo de selección en seis poblaciones de frijol de guía y cuatro de frijol de mata. Además, se identificaron las mejores colecciones de calabaza. Existe una estrecha colaboración entre los investigadores y agricultores en la selección de la diversidad de la milpa.

## Manejo de la sucesión ecológica como herramienta de diversificación agrícola y conservación de las selvas

*Celestino I. Chargoy Zamora*

*Profesor-Investigador y Coordinador del Campo Ecotecnológico para la Conservación y Uso de la Selva (CECUSE), Universidad Autónoma Chapingo, Km 51.3 Carretera Chetumal-Felipe Carrillo Puerto. A.P. 333, Chetumal Q.R., México ([chargoy@taurus1.chapingo.mx](mailto:chargoy@taurus1.chapingo.mx) o [cchargoy@latinmail.com](mailto:cchargoy@latinmail.com)).*

### **Summary**

**Management of ecological succession as a tool for agricultural diversification and the conservation of tropical rain forest.** Nearly 95% of Mexico's rain forest has disappeared from the national territory in spite of its incredible ecological value in terms of biodiversity, high gross primary production, and maximal terrestrial ecosystem biomass. In the opinion of governmental officials, as well as in the academic opinion of a number of experts in agronomy and biology, the main responsibility for this loss rests with the *slash and burn* system of native agriculture. However, the real causes of deforestation are linked to industrialized monoculture systems promoted by government actions. The ecological conservation of the jungle is not incompatible with agricultural development if we pay attention to the experiences of tropical native groups. In this context, the paper describes the application of directional ecological succession as a tool for managing a 1000 ha ranch in Quintana Roo State in southeastern Mexico, which presently is 90% covered by tropical rain forest in different stages of development. The strategy adopted recommends the integrated management of fauna and flora, both domestic and wild. Some advances are mentioned along with academic, legal, and practice aspects of the work.

**Key Words:** Directional ecological succession, tropical agroforestry, alternatives to the slash and burning system.

### **Introducción**

Las selvas tropicales conforman el bioma terrestre que expresa la mayor biomasa y diversidad ecológica existentes en el planeta. Así por ejemplo, Fittkau y Klinge (1973) encuentran que en una hectárea de selva amazónica hay un plantel aproximado de 94,000 individuos vegetales, con 940,000 kg de materia orgánica, 30 kg de herbívoros y 5 kg de carnívoros. En tanto, las selvas de Malasia pueden tener 227 especies arbóreas en un lote de 24.2 ha o hasta 375 en 346.1 ha (Richards, 1969, citado por Krebs, 1978), los datos son altos cuando se comparan con los de un bosque caducifolio de Michigan que apenas sostiene de 10 a 15 especies en una superficie de 24.2 ha (Krebs, 1978).

Por otro lado, cuando se compara la productividad de los ecosistemas naturales con algunos antropogénicos se encuentra que una selva alta perennifolia (en Puerto Rico) tiene una producción primaria bruta aproximada de 45,000 kcal/m<sup>2</sup>/año, en tanto que un campo de alfalfa en los Estados Unidos produce apenas 24,400 kcal/m<sup>2</sup>/año (Odum, 1972). En otras palabras, el sistema natural sin subsidios ni trabajo alguno produce casi el doble de lo que el hombre logra en una de las economías más fuertes del mundo. Sin embargo, pareciera que el escaso aprovechamiento de dicho ecosistema hace que la productividad neta de la comunidad (la disponible para el hombre) sea casi nula, en tanto que el cultivo de alfalfa rinde 24,400 kcal/m<sup>2</sup>/año (Odum, 1972).

A pesar de esa alta riqueza específica, de la gran biomasa, y la elevada producción primaria bruta, en términos agronómicos convencionales, las selvas son consideradas como improductivas; de hecho su contribución anual al Producto Interno Bruto (PIB) no alcanza ni el 0.3%, de ahí la tendencia a destruirlas o modificarlas en favor de los agroecosistemas monoculturales, simples en tiempo y espacio.

En México, la bovinocultura ha sido la más favorecida por los desmontes de tales ecosistemas. Así por ejemplo, en Tabasco, de 1960 a 1970 el número de cabezas de ganado vacuno se incrementó en un 135%; de manera ligada en 1950, los pastos cubrían 220,000 ha y para 1970 tenían ya 980,000 ha (Gómez et al., 1976). Este período fue muy intenso en la expansión de la bovinocultura a nivel nacional.

Aunque el argumento que justificó (y aún justifica) la actividad, el de satisfacer la demanda alimentaria de la población, el hecho es que, a tal incremento no correspondió un aumento en el consumo per capita de carne de bovino. Más aún, de los años 70 hacia acá, el consumo nacional está en descenso constante. Para 1988, los periódicos<sup>1</sup> reportaban que el kilogramo de carne de bovino tenía un valor superior al del salario mínimo y que en el plazo de un año el producto había incrementado su precio en un 400%. Para los 90's el salario mínimo le alcanzaba a un trabajador para comprar 0,5 kg del producto. En otras palabras, las selvas se han destruido desde hace décadas y desde hace décadas también el discurso político que justificaba la destrucción normal carece de validez científica, social y práctica.

Es muy común la idea de que “el hombre tiende a destruir las selvas para subsistir” Se trata de una generalización sin fundamentos porque existen evidencias botánicas e históricas que muestran que las selvas se desarrollaron a la par de las grandes culturas. En México, al menos las ruinas mayas, olmecas, huastecas y totonacas dan un ejemplo de tal coexistencia, a pesar de haber alcanzado poblaciones tan elevadas como 25 millones de habitantes en 1519 en toda el área mesoamericana (Cook y Simpson, 1948). Este tamaño de población en el México contemporáneo se alcanzó en el año de 1950. Así las cosas, los mayas del Petén guatemalteco parecían efectuar cierto manejo de las selvas con el conocido sistema agrícola roza-tumba-quema, ellos obtenían materiales para la construcción, alimentos y materias primas, y posteriormente promovieron el alto crecimiento con algunos árboles de zapote (*Manilkara zapota*) o ramón (*Brosimum alicastrum*), útiles también para la producción de alimentos (Lundell, citado por Morley, 1972; Sanders, 1973; Barrera et al., 1978; Chargoy y Loustaunau-Vidrio, 1994a y b).

Las selvas quintanarroenses en México parecen ser de las últimas del país en cuanto a extensión y continuidad. No obstante, el área que cubren está dentro de la llamada “frontera agrícola” a desarrollar por el estado mexicano. Este desarrollo con frecuencia se da mediante la colonización con gente que proviene de otras regiones del país, con desiguales niveles económicos y culturales y, por lo general, ignorantes de los recursos disponibles en la zona tropical (Gómez et al., 1976). De concretarse los planes puede ser que las selvas de Quintana Roo corran suerte similar a la que han corrido y corren las de Tabasco, Veracruz, Oaxaca y Chiapas, derivadas en favor de ecosistemas artificiales, supuestamente, más productivos a los intereses nacionales. El mismo discurso ecologista gubernamental parece proveer tal destrucción y como medida atenuante contempla sólo a las restrictivas o reservas naturales; prohibiciones de uso de los mismos recursos naturales selváticos y la creación de áreas intocables para el hombre. Sin embargo, los sugeridos antecedentes precolombinos de la región, pareciera que alternativas no destructivas pudieran rescatarse para ser puestas en práctica en el futuro cercano.

---

<sup>1</sup> Periódico “Uno más Uno” del 18 de febrero de 1988. Mexico D.F.

### **Propuesta metodológica**

El manejo agroecológico de las selvas opta por la producción de satisfactores (alimentos, materias primas para la transformación, bienes culturales, etc.) con la condición de que deben darse junto con la conservación de los recursos con principios ecológicos de “diversidad”, “estabilidad” y “eficiencia energética”, entre otros (Chargoy y Loustaunau, 1997).

Para llegar al “policultivo integral” se requiere una zonificación del terreno, ya sea por un recorrido de campo o por fotografía aérea, a fin de distinguir diferentes tipos de suelo y, sobre la base de esto, determinar su manejo permanente o semipermanente en áreas sujetas a la “sucesión ecológica dirigida” (Chargoy y Loustaunau, 1990). En lo que era el rancho “San Judas Tadeo” y actual Campo Ecotecnológico para la Conservación y Uso de la Selva (CECUSE) de Quintana Roo, México, se han distinguido los siguientes sistemas; área de asentamientos humanos, laguna de San Conejo, cerca de 15 hectáreas de “*tintal*” (suelos inundables) correspondientes a los llamados *akalché* o “bajo”, -suelos negros, tipo rendzina, pesados y equivalentes a los vertisoles de otras regiones- y selva mediana subperennifolia en distintas etapas sucesionales asentada en suelos de *kankab* (rojizos, tipo rendzina con afloramientos frecuentes de material madre). Cada sistema demanda una estrategia agroecológica diferente tal y como se resume en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Esquema de uso policultural a desarrollarse en el CECUSE; área de selva en el sur de Quintana Roo, México.

<b>Sistema</b>	<b>Estrategia agroecológica</b>	<b>Productos</b>
Selva	Sucesión ecológica dirigida	Frutas, materiales de construcción, leña, medicamentos, ornatos, carne, pieles, plumas, materias primas, etc.
Laguna	Chinampas, Piscicultura, Crocicultura, Anaticultura, Ranicultura	Cereales, flores, pieles, huevos, plumas, carnes, etc.
<i>Tintal</i>	Agricultura de cereales mecanizada, Piscicultura de temporal, Forestería, Forrajes en franjas	Alimentos, maderas, etc.
Urbano	Ganadería de solar, Estabulación, Área de micro industrialización, Casas Ecotecnológicas, Fungicultura	Alimentos, Materias primas, Industrializados, etc.

### **Ecología análoga**

Hart (1980) indicó que en las zonas templadas los sistemas de cultivo suelen ser simples y basados en una sola especie de cultivo; en tanto que para las zonas tropicales los sistemas de cultivo suelen ser complejos y en arreglos cronológicos de muchas especies. Por ello, la información de una sola especie puede tener muy poco valor.

El diseño de sistemas de cultivo, según Hart (1980), requiere la generación y la prueba de sistemas potencialmente viables. Para determinar tal viabilidad hay tres fuentes de información; 1) los sistemas de cultivo actualmente conducidos por los agricultores; 2) la información agronómica acerca de los requerimientos ambientales de especies y variedades potencialmente componentes del sistema complejo; y 3) los ecosistemas naturales.

Hart (1980) mencionó que “los ecosistemas naturales pueden ser explotados como fuentes de información para la aplicación selectiva de principios ecológicos derivados hacia el diseño de sistemas de cultivo”. El uso del conocimiento de ecosistemas naturales son como un modelo para el diseño de sistemas de cultivo, y se basa en la aseveración de que hay una relación análoga entre ambos. Tanto ecosistemas como agroecosistemas tienen, jerárquicamente, iguales subsistemas; plantas, animales y microorganismos, y tales estructuras funcionan análogamente

en ambos casos. Así “los ecosistemas en los cuales los cultivos, los animales domésticos y el hombre son las poblaciones dominantes pueden ser definidos como agroecosistemas”.

Odum (1972) distingue en los ecosistemas seis componentes estructurales; régimen climático, sustancias inorgánicas, sustancias orgánicas libres, productores, consumidores y degradadores. Posteriormente distingue seis aspectos funcionales que vinculan esa estructura; cadenas alimenticias, circulación de nutrimentos, flujo de energía, desarrollo y evolución, diversidad y homeostasis. Para el caso de las regiones tropicales, dos aspectos parecen resaltar la diversidad y el desarrollo (o sucesión ecológica); la diversidad es más alta que en las zonas templadas y el dinamismo de los procesos también es mayor; es decir, una sucesión ecológica particular. Basándose en el concepto de la sucesión ecológica, Odum (1972), sugiere el diseño de un sistema de cultivo para los ambientes forestales tropicales.

### **Sucesión ecológica**

Clements (citado por Tecpa y Barrera, 1992) entendía a la sucesión como un proceso de desarrollo de la comunidad (formación vegetal), desde una etapa de nudación (o remoción de la vegetación por algún disturbio), seguida de una migración (arribo al sitio denudado por organismos potencialmente colonizadores), una eceis (colonización), competencia, reacción (la alteración del sitio por los organismos colonizadores) y la estabilización (obtención de un estado final del desarrollo). Clements también sostenía que las plantas pioneras crean modificaciones en el ambiente, hecho que permite la llegada de nuevas especies que, al final, desplazarán a las pioneras; esta acción es conocida como facilitación.

Tecpa y Barrera (1992) argumentan que el enfoque Clementsiano de la sucesión tiene tres presunciones fundamentales; 1) hay una tendencia hacia una comunidad propia del sitio donde se desarrolla (comunidad clímax), 2) manifiesta una dirección lineal y predecible y 3) la facilitación es un fenómeno propio de este proceso.

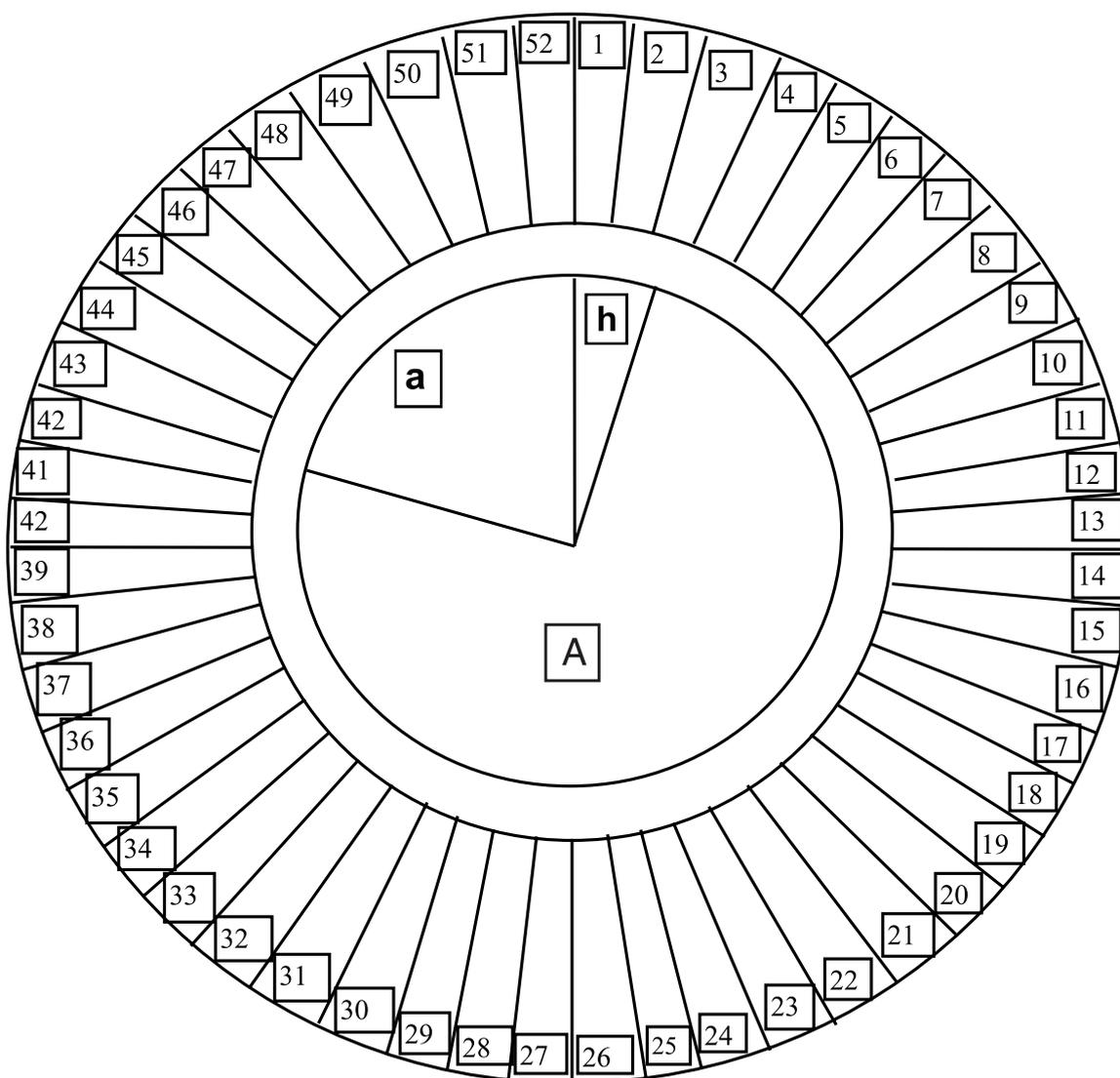
Este enfoque, sin embargo, parece contraponerse al individualista que propuso H.A. Gleason (citado por Tecpa y Barrera, 1992), en donde dice que la vegetación de un área es el resultado de la interacción entre la inmigración fortuita de las plantas y la selección diferencial del ambiente, el cual puede variar en tiempo y espacio. Por tanto, no es frecuente a priori, poder predecir el futuro de las comunidades ni establecer la composición y estructura de una comunidad de un sitio determinado.

No es el ánimo de este trabajo discurrir en las profundidades teóricas de esta posible controversia. Es posible que ni la controversia exista; el enfoque de Clements parece referir una perspectiva fisonómica irrefutable, una secuencia de herbáceas, arbustivas y arbóreas en tanto que Gleason entra al aspecto específico y por lo tanto, según sus argumentos, difícilmente predecible en condiciones naturales. Su aportación sólo tendría un pequeño inconveniente; “inmigración fortuita”, pero como en términos ecológicos se señala que “en la naturaleza nada parece darse al azar”.

Odum (1972) define la sucesión ecológica natural en función de tres parámetros; 1) es un proceso ordenado de desarrollo de la comunidad biótica que comprende cambios en la estructura y en los procesos a su interior, se vincula al tiempo, es razonablemente orientada y predecible; 2) resulta de la modificación del medio físico por la comunidad; y 3) culmina en un ecosistema estabilizado (Whittaker, 1975).

El proceso de la sucesión ecológica (SED) dirigida recuerda a la roza-tumba-quema de las culturas autóctonas mesoamericanas. La Figura 1 muestra el desempeño propuesto para la SED. A continuación se detalla la propuesta:

- 1) Cada lote es ocupado en el tiempo por tres etapas serales: herbácea, arbustiva y arbórea. Cada etapa tiene componentes vegetales y animales.



**Figura 1.** Modelo a modo de reloj mecánico que muestra el proceso de Sucesión Ecológica Dirigida (SED). Los números identifican los lotes en los que se divide el sitio donde se aplica el sistema y marca la secuencia de sustituciones para las tres etapas principales: herbácea (**h**), arbustiva (**a**) y arbórea (**A**). Cada etapa implica el manejo de especies silvestres y domésticas, animales y vegetales, tal y como se describe en los Cuadros 3 y 4.

- 2) La etapa herbácea (**h**, Figura 1) refiere a las plantas que producen los alimentos básicos: cereales, leguminosas, hortalizas y algunas frutas de ciclo anual, incluso forrajeras. La superficie dedicada a la etapa herbácea considera el tiempo necesario para recuperar la vegetación clímax. Por ejemplo se disponen de 50 lotes o parcelas (cercanas a las 20 hectáreas cada una) se da el tiempo necesario para regresar a la vegetación clímax.
- 3) Cada especie a cultivarse estará sujeta a ensayos en cuanto a diversos factores de manejo agronómico como pueden ser; a) condición genética; b) arreglo topológico; c) fuentes de fertilización; d) control de agentes biológicos adversos; y e) manejo del clima y el suelo.
- 4) El componente animal en la etapa herbácea involucra a vacunos y bovinos domésticos. Los primeros deberán estar bajo confinamiento y como consumidores de esquilmos agrícolas de su propia etapa serial, en tanto que los segundos entrarán a las área de reciente cosecha con el fin de aprovechar las arvenses que ahí se desarrollan.

- 5) La producción de cereales servirá para complementar la alimentación de gallinas y cerdos, animales domésticos que no necesariamente se desarrollan en áreas desmontadas. Las primeras se ubican en los alrededores de las áreas habitadas, los segundos consiguen su alimento en el área selvática y por las mañanas y tardes se les proporciona algo de maíz en los confinamientos.
- 6) La producción de hortalizas de especies introducidas (jitomate, chile, cebolla, etc.) se puede desarrollar en forma intensiva bajo sistemas hidropónicos fertilizados con efluentes de digestores anaeróbicos instalados para tratar el excremento de animales en confinamiento.
- 7) La fase arbustiva se inicia después del paso de los borregos, con la siembra de frutales, forrajeras y para condimento tal y como se refiere en el Cuadro 2. Algunas especies toleran la asociación de gramíneas. Los excedentes de frutas que sean comercializados en fresco o tras alguna industrialización, se aprovechan como alimento de cerdos y vacunos.

**Cuadro 2.** Relación de especies vegetales sujetas a manejo o ensayo en el CECUSE, predio de la Universidad Autónoma Chapingo en el sur de Quintana Roo, según la etapa que pueden ocupar en la *Sucesión Ecológica Dirigida*.

Especie	Etapa	Estado actual
Maíz	Herbácea	Cultivada
Frijol	Herbácea	Cultivada
Calabaza	Herbácea	Cultivada
Chile	Herbácea	Cultivada
Cacahuete	Herbácea	Cultivada
Jitomate	Herbácea	Cultivada
Jamaica	Herbácea	Cultivada
Jitomate	Herbácea	Pendiente
Caña	Herbácea	Ensayos
Yuca	Arbustiva	Cultivada
Achiote	Arbustiva	Ensayos
Chaya	Arbustiva	Cultivada
Piña	Arbustiva	Cultivada
Plátano	Arbustiva	Cultivada
Papaya	Arbustiva	Cultivada
Naranja	Arbustiva	Cultivada
Limón	Arbustiva	Cultivada
Café	Arbustiva	Cultivada
Canela	Arbustiva	Pendiente
Anona	Árborea	Cultivada
Hule	Árborea	Ensayos
Tamarindo	Árborea	Cultivada
Cocotero	Árborea	Cultivada
Ciricote	Árborea	Silvestre
Guayacán	Árborea	Silvestre
Caoba	Árborea	Cultivada y silvestre
Cedro	Árborea	Cultivada
Chicozapote	Árborea	Cultivada y silvestre
Mango	Árborea	Ensayos
Mamey	Árborea	Pendiente
Caimito	Árborea	Inducida

- 8) El componente animal de la etapa considera a los cerdos en pastoreo a animales silvestres en vías de domesticación, particularmente venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y jabalí de collar (*Tayassu tajacu*), los que, con algunos acondicionamientos especiales deberán aprovechar la vegetación secundaria o “achuales” o también llamados como “huamiles” que se desarrollan en donde hubo pastizales localmente. También estarán bajo aprovechamiento y estudio las aves silvestres que se encuentran en la fase, como las chachalacas (*Ortalis vetula*), palomas (*Columbidae*) y *Pscitacidae* (pericos y cotorras), Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Relación de algunas especies animales sujetas a manejo y ensayo dentro del esquema de Sucesión Ecológica Dirigida aplicada en el CECUSE de la Universidad Autónoma Chapingo.

Especie	Etapa	Ubicación
Gallinas	Herbácea	Asentamientos humanos
Vacunos	Herbácea	Establo-digestor
Borregos	Herbácea	Arvenses
Venados	Arbustiva	Huamiles
Pecarí	Arbórea	Huamiles y selva
Cerdos	Arbórea	Libre pastoreo en el día; confinamiento nocturno s/digestor
Chachalacas	Arbórea	Huamiles y selva
Pericos	Arbórea	Huamiles y selva
Monos	Arbórea	Libres en la selva
Jaguar	Arbórea	Libres en la selva
Tapir	Libres en la selva	Libre en selva y tinal
Abejas	Todas	Apiarios control

- 9) Tras las siembras y producción de los arbustos se inicia la siembra de árboles frutales perennes (como mangos, zapotes y ramones), junto con especies maderables, forrajeras y productoras de resinas.
- 10) Este proceso de siembra de árboles se efectuará también en áreas actualmente ocupadas por selva perturbada. Constituirá un proceso de enriquecimiento.
- 11) La fase arbórea significará aprovechamiento de maderas, leñas, resinas y frutos, además de permitir el desarrollo de la floricultura epifítica. También será posible la obtención de alimentos y forrajes que apoyen el manejo de cerdos y vacunos (como es el caso del ramón *Brosimum alicastrum*), Cuadro 3.
- 12) El aprovechamiento de especies faunísticas silvestres corresponderá principalmente a la etapa arbórea. Requiere de inventario previo.
- 13) El derribo de árboles (lo que dará paso nuevamente a la fase herbácea) puede hacerse selectivo con los de alto valor comercial, no tocándolos hasta que alcancen la talla comercialmente aceptable.

### **Restricciones y avances**

#### **Ámbito académico**

Probablemente es el sector que mayor oposición ha presentado. Es fácil entender por qué en las escuelas y universidades agronómicas lo que se enseña cae en el ámbito de los monocultivos, y en el caso de la producción animal (sector pecuario) la explotación se circunscriben tan sólo a las especies introducidas o no nativas como cerdos, ovejas, cabras y vacunos (Chargoy, 1977). Por otro lado, en las escuelas de biología el aspecto uso de los recursos es soslayado, y el conocimiento se orienta hacia la taxonomía, la morfología y, en su relación con el hombre, con la idea de áreas protegidas, vedas, etc. Entonces, propuestas como la que se sustenta aquí, enfrentan todo tipo de reticencias, dudas, antagonismos o descalificaciones, lo mismo al interior que al exterior de la institución académica que en principio ampara el trabajo. La resistencia se traduce en aspectos prácticos logísticos cuando se busca financiamiento; los organismos de apoyo (fundaciones, consejos, asociaciones civiles, etc.) se basan en la decisión de grupos de expertos, con formación agronómica o biológica que consideran imposible el uso de los recursos naturales para fines agrícolas.

Así entonces, un avance importante es el hecho de que esta propuesta se haya reconocido como viable hacia el interior de la Universidad Autónoma Chapingo; con ciertos apoyos desde 1993. Lo que antes había sido un rancho ganadero convencional, se transformó en el Campo Ecotecnológico para la Conservación y Uso de la Selva. Académicamente, sobre esta iniciativa se pretende apoyar las nuevas carreras de Ingeniero en Agroecología (instituida en 1990) y la

de Ingeniero en Planeación, Manejo y Uso de Recursos Naturales (1994) y con algunos vínculos también a la maestría en Agroforestería (1996). En cierta medida también auxilia a otras derivaciones convencionales de la agronomía; por ejemplo, el Departamento de Fitotecnia se dicta un curso a cerca de 40 estudiantes por año en las perspectivas de la propuesta dentro del curso de Agricultura de zonas cálido-húmedas. Otro hecho relevante hacia el interior de la Universidad fue la creación de los Programas Nacionales de Investigación en 1993-94. Esta propuesta ha recibido un fuerte respaldo (en términos relativos) por parte del programa de Recursos Naturales y Ecología.

### **Ámbito legal**

En parte como una consecuencia de la estrechez de conceptos académicos de lo que es y significan agronomía y ecología (con una frecuencia insospechadamente alta, se confunde con ambiente natural y con ecologismo) la propuesta aquí descrita se ubica en el límite de la ilegalidad por las siguientes razones:

a) Usar la selva, sus recursos de flora o fauna es sancionado por la Ley General del Equilibrio Ecológico, ordenamiento en el que impera el sentido ecologista y no el ecológico. El pretendido uso, obliga a trámites impresionantes, con frecuencia caros y las más de las veces inútiles.

b) También, si para esta propuesta se buscara el apoyo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), se vería que no hay rama alguna en la ley respectiva que la contemple siquiera como posible. Esta Secretaría, basada en su ley, promueve especies y sistemas de manejo introducidas y exóticas a la mayoría de los ecosistemas naturales del país, con las consecuencias desastrosas referidas en el inicio de este escrito, recuérdese la existencia de una Comisión Nacional de Desmontes. Además, el actual Procampo no apoya siquiera a los cultivos asociados de plantas anuales (p.e. maíz-frijol).

c) Hay una tercera Ley y la Secretaría correspondiente que inciden en este tipo de propuestas es la Reforma Agraria: ¿Cómo declarar el uso del predio? ¿agrícola?, ¿pecuario?, ¿forestal? ¿cómo afecta esa clasificación al tamaño del predio?. Si la tierra está cubierta por bosque (o selva), ¿será considerada "tierra ociosa" por el funcionario?

d) Quizá la interrogante principal ¿quién es el dueño de los recursos naturales?. Dentro de las leyes, hasta ahora se ha invocado a una figura impresionante **la Nación**. El poder de las palabras no hace imaginar que ello es justo y benéfico para todos; sin embargo, en los hechos la personalidad de la Nación la ha asumido el Gobierno, figura que otorga a quien pueda cumplir sus ordenamientos y requisitos (por lo general no los campesinos -mestizos o indígenas-) la facultad de aprovechar tales recursos. En otras palabras, los propietarios de la tierra (ricos o pobres, mestizos, blancos o indígenas) no son propietarios de flora ni fauna, a pesar de ser miembros de la Nación-gobierno-país.

### **Ámbito regional-rural**

A la fecha, 23 ejidos de los Municipios de Carrillo Puerto y Othón P. Blanco de Quintana Roo, México, se interesan por el esquema completo de manejo. Aparte, en el ámbito local ciertos grupos específicos están interesados por algunos de los subproyectos como la cría de fauna silvestre, agroindustria ecotecnológica, entre otros. Al parecer la receptividad es mucho mayor en este ámbito, por razones simples; se trata de un esquema de manejo que está presente en la memoria histórica de los pueblos, donde se trata tan sólo de ordenar los conocimientos y las prácticas existentes entre la propia gente, y no hay cosas desconocidas.

Hay una condición restrictiva; el esquema no funciona en superficies minifundistas. La tendencia al minifundio parece que se puede revertir invitando a la gente a ser accionistas de una empresa silvoagropecuaria, misma que garantizará el uso total de los predios, integra el

aprovechamiento de los recursos, es rentable por los valores actuales y potenciales de los recursos, socialmente viable porque generará empleos para los propios ejidatarios-accionistas y para sus descendientes. Evidentemente hay mucho trabajo pendiente en este aspecto.

### **Avances físicos**

Hasta 1989, de las 1,000 hectáreas originales, 300 ha ya se habían transformado en pastos introducidos. Su productividad, como en casi todos los suelos conocidos como *kankab* (en la nomenclatura maya) apenas permitían sostener media unidad animal por hectárea. Eso se tradujo en rendimientos económicos negativos y el consecuente abandono de la actividad.

Dado el nuevo modelo de uso, esas 300 hectáreas están incorporadas, en su mayoría, a un proceso de sucesión ecológica no controlada. Los *huamiles* resultantes son el gran parte de la fauna original, de la rara o en extinción en el resto del país. Ese es un recurso que requiere aprovecharse porque de hecho, se convierten en plagas severas en el área de cultivos anuales; por ejemplo, bandadas de hasta 50 tejones, cientos de pericos y cotorras, y jabalíes por decenas destrozan los cultivos. La cacería es, como se contempla en el esquema de trabajo, un componente imprescindible. El detallar el avance en cada actividad merece trabajo aparte. Por lo pronto, se menciona que se avanza en la medida de la disponibilidad financiera.

### **Referencias**

- Barrera, M.A., A. Gómez-Pompa y C. Vásquez-Yanes. 1977. El manejo de las selvas por los mayas. *Biótica* (México) 2:47-60.
- Cook, S.F. and L.B. Simpson. The Population of Central México in the Sixteenth Century. Ibero Americana Vol. 1. University of California Press. Berkeley, USA.
- Cox, G. W. and D. Atkins. 1979. Agricultural Ecology. Freeman, San Francisco, CA. USA.
- Chargoy Zamora, C.I. 1977. Programa de aprovechamientos de la vida silvestre. Perspectivas de explotación zootécnica del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Hays). Tesis Ing. Agr. Departamento de Zootecnia. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Chargoy Z., C.I. y D.E. Loustaunau-Vidrio. 1990. Sucesión ecológica dirigida (SED): una estrategia para el uso y la conservación de las selvas. *In: Resúmenes del Primer Simposio Internacional sobre Experiencias de Manejo del Trópico-Húmedo*. 21-24 de Noviembre. Gutiérrez. Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla, Chiapas, México
- Chargoy Z., C.I. y D.E. Loustaunau-Vidrio. 1994a. Manejo agroecológico de selvas: una experiencia en el sur de Quintana Roo, México. *Tzapinco* Año XVII, Núm. 125. Agosto. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Chargoy Z., C.I. y D.E. Loustaunau-Vidrio. 1994b. Chiapas: ¿La cultura y la tecnología al margen?. *Cultura Sur*. Año VI, Núm. 29-30. Enero- Abril. México
- Chargoy Z., C.I. y D.E. Loustaunau-Vidrio. 1997. La selva agrícola tropical. *II Congreso Nacional Agropecuario y Forestal*. 19 y 20 de Agosto de 1997. Chapingo, México.
- Fittkau, E.J. and H.K. Linge. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica* 5:2-14
- Gómez-Pompa, A., G. Halffter, R. Casco y E. Leff. 1976. Desarrollo del trópico mexicano. *Ciencia y Desarrollo* (México) 1:17-21.
- Hart, R.D. 1980. A natural ecosystem analog approach to the design of a successional crop system for tropical forest environments. *Tropical succession* 12 (supplement): 73-82
- Krebs, C.J. 1978. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper and Row, New York, USA.
- Morley, S.G. 1972. La Civilización Maya. Fondo de Cultura Económica. México.
- Odum, E.P. 1972. Ecología. Interamericana. México.
- Revel-Mouroz, J. 1980. Aprovechamiento y colonización del trópico húmedo mexicano. La vertiente del Golfo y del Caribe. Fondo de Cultura Económica. México-Madrid-Buenos Aires.

- Sanders, W.T. 1973. The cultural of lowland mayas: a reevaluation. pp:325-365. *In*: Culter, T.P. (ed). The classic maya collapse. Univ. New Mexico Press. Albuquerque, USA.
- Tecpa J., J. A. y L. M. Barrera H. 1992. Dinámica de comunidades. I. La sucesión ecológica. *Tópicos de Investigación y Postgrado (UNAM-ENEP Zaragoza)* 2:34-40.
- Whittaker, R.H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Mc Millan. New York, USA.

## Effects of a regional drought on local management of seed stocks of maize, beans, and squash in central Yucatan state, Mexico: Preliminary findings

John Tuxill

Joint Program in Economic Botany, Yale School of Forestry and the New York Botanical Garden, 205 Prospect Street, New Haven, CT 06520 USA ([john.tuxill@yale.edu](mailto:john.tuxill@yale.edu)).

### Resumen

**Efecto de una sequía regional sobre el manejo local de las reservas de semillas de maíz, frijol y calabaza en el centro del estado de Yucatán, México: Resultados preliminares.** Este trabajo examinó los efectos de una sequía regional sobre el manejo local de las semillas de maíz, frijol y calabaza cultivadas en las milpas de Yaxcabá, Yucatán, México. La mayoría de agricultores entrevistados manifestaron que tuvieron una reducción en su cosecha de sus principales cultivos y en algunos casos una pérdida total. Los factores principales que afectaron la calidad y cantidad de la cosecha de maíz fueron la fecha de siembra y la localización geográfica del terreno de cultivo, reflejando de alguna manera una variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones de mayo a octubre de 2001. El éxito de la cosecha de frijol y calabaza se correlacionó, principalmente, con el tipo de variedad sembrada: en frijol estuvo ligada a la respuesta diferencial a la sequía y en el caso de la calabaza a las diferencias en precocidad. A pesar de que la mayor precipitación fue en un periodo corto, muchos agricultores guardaron semilla para volver a sembrar, particularmente de maíz y calabaza (85-90% de los casos). La relativa baja pérdida de la sequía, ocasiona consecuencias significativas para la conservación de la agrodiversidad *in situ* en Yucatán y varía en función de como los agricultores escogen la semilla de sus materiales para el siguiente ciclo agrícola.

**Palabras clave:** Sequía, manejo integrado, zona de maíz, recursos genéticos de la milpa, manejo de semillas, Yucatán.

### Introduction

Both in Mexico and worldwide, rural communities that practice rainfed agriculture under complex environmental conditions maintain many unique crop varieties, making an outsized contribution to the conservation of crop genetic diversity (Brush 1992, Friis-Hansen 1999). Over the past decade, researchers have learned a great deal about how informal seed systems function in farming communities, and how seed flows help shape patterns of crop genetic diversity (e.g. Bellon and Brush 1994, Sperling *et al.*, 1996, Louette and Smale 1998). To date, however, most seed flow research has not considered in depth how fluctuations in environmental conditions are likely to influence seed flows, and how the challenges of growing rainfed crops in an unpredictable climate shape farmers' management of seed stocks.

This study examines the implications of a regional drought for seed stock management by Yucatec Maya smallholder farmers in central Yucatan state, Mexico. As has been the case for thousands of years, the agricultural mainstay of central Yucatan is the cultivation of maize (*Zea mays*), beans (*Phaseolus* spp.), and squash (*Cucurbita* spp.) in *milpas*—plots of multicrops and varying degrees of permanency that are cleared and burned from secondary forest vegetation. Yucatecan maize farmers confront a high degree of variability in climatic conditions, soils, and vegetation—variability that can be both beneficial and hazardous. Annual plantings are centered on a single season of rainfall that normally begins in mid-May, peaks in September, and gradually tapers off into November. The majority of the rain during the planting season comes in the form of convection-generated thunderstorms that are highly unpredictable in space and time.

During the 2001 agricultural cycle, central Yucatan experienced exceptionally sparse and erratic rainfall, the magnitude of which, according to local residents, had not been experienced for several decades. By August 2001, it was clear to local farmers that the lack of timely rainfall was having a major impact on agricultural yields, above all else on the maize harvest. It was in this context that a research project was undertaken in Yucatan from September 2001 to May 2002 with the objectives of 1) documenting the effects of the regional drought on milpa production, 2) quantifying its impacts on seed flows and farmer management of seed stocks, and 3) assessing the ramifications of the findings for the *in situ* conservation of crop diversity.

### **Methods**

The study was located in the community of Yaxcaba, one of the most important municipal seats of central Yucatan, with approximately 2,300 residents (INEGI 1995). Milpa agriculture remains a ubiquitous economic activity in Yaxcaba, although it is distinguished more for meeting household consumption needs than for generation of cash income. Over 550 heads-of-household cultivate milpas in Yaxcaba, with 447 of these cultivators being ejidatarios means farmers with cultivation plots.

There is currently no weather monitoring station in Yaxcaba, so data on rainfall amounts for 2001 were obtained from the National Water Commission (CNA) for the stations closest to Yaxcaba, in Sotuta (22 km. to the west) and Valladolid (80 km. to the east). These data were compared with annual rainfall averages for the two stations and with historical records from Yaxcaba, where the CNA collected data until 1990.

Farm-level data was gathered principally through semi-structured interviews with approximately 10% of the heads-of-household who make milpa in Yaxcaba ( $n = 65$  interviews). While most of the respondents were male, one woman (widowed) was interviewed. The interviews were conducted in both Spanish and Yucatec Maya, in accordance with the language preference of each individual farmer. Farmers were queried as to the size of each milpa planted, the soils found there, the duration of cultivation at the site, crop varieties planted, dates of planting, and crop yields—the latter expressed both using a qualitative scale and with quantitative estimates. Farmers were also asked to locate their milpas on a map of Yaxcaba's ejido (the communally owned land base used for maize farming). Statistical analysis of these data was accomplished using SAS packages. To verify and complement the information obtained in interviews, field visits were made to the milpas of a subset of 23 farmers interviewed.

To analyze information on seed flows, the concept of *seed lots* was used (following Louette *et al.*, 1997) where a seed lot is an identifiable variety managed as a single unit by one farmer during a single population generation (i.e. one cropping cycle). Each farmer interviewed was asked if he/she had lost seed lots (*semilla*) during the 2001 harvest cycle, and if so, what were the precise circumstances that led to that loss.

### **Results and discussion**

Rainfall during the May to October growing season of 2001 was only slightly below normal in Sotuta, but in Valladolid was about 15% less than the historical average and not far above the lowest growing-season rainfall total ever recorded there, 742 mm in 1970 (Table1). A month by month breakdown reveals that in both Sotuta and Valladolid rainfall during the months of June and July was well below normal, and this pattern continued in Valladolid through September (drier than normal months are in bold). These regional patterns are basically consistent with what farmers experienced in Yaxcaba: farmers in the north and west (in the direction of Sotuta) received more timely and reliable rains over the course of the season, while those in the east and south of the ejido, closer to the epicenter of the drought, received erratic, patchy rainfall at best for most of the summer.

**Table 1.** Precipitation (mm) in maize-grown zone, Yucatan.

Season and time	May	Jun	July	Agu.	Sep.	Oct	Total precip May-Oct.
Sotuta, 2001	121	84	150	218	251	116	940
Sotuta - Historical average <sup>a</sup>	92	169	175	164	232	128	960
Valladolid, 2001	152	55	116	141	126	175	765
Valladolid - Historical average <sup>a</sup>	99	154	144	170	204	129	900
Yaxcaba - Historical average <sup>a, b</sup>	93	163	187	197	236	120	996

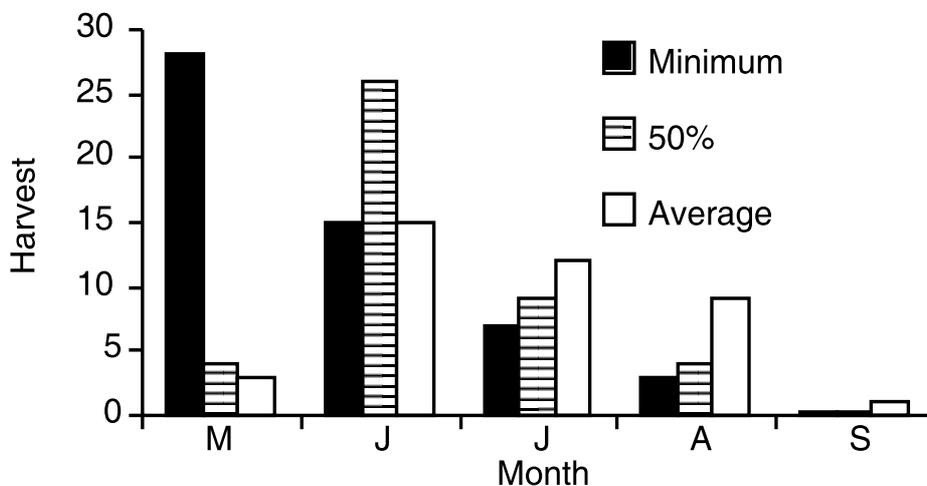
Source: Comision Nacional de Aguas.

<sup>a</sup> Sotuta average correspond from 1960 to 1998, Valladolid of 1961-1998, and Yaxcaba of 1963-1987.

<sup>b</sup> In 1990, Yaxcaba meteorological station over for data recording.

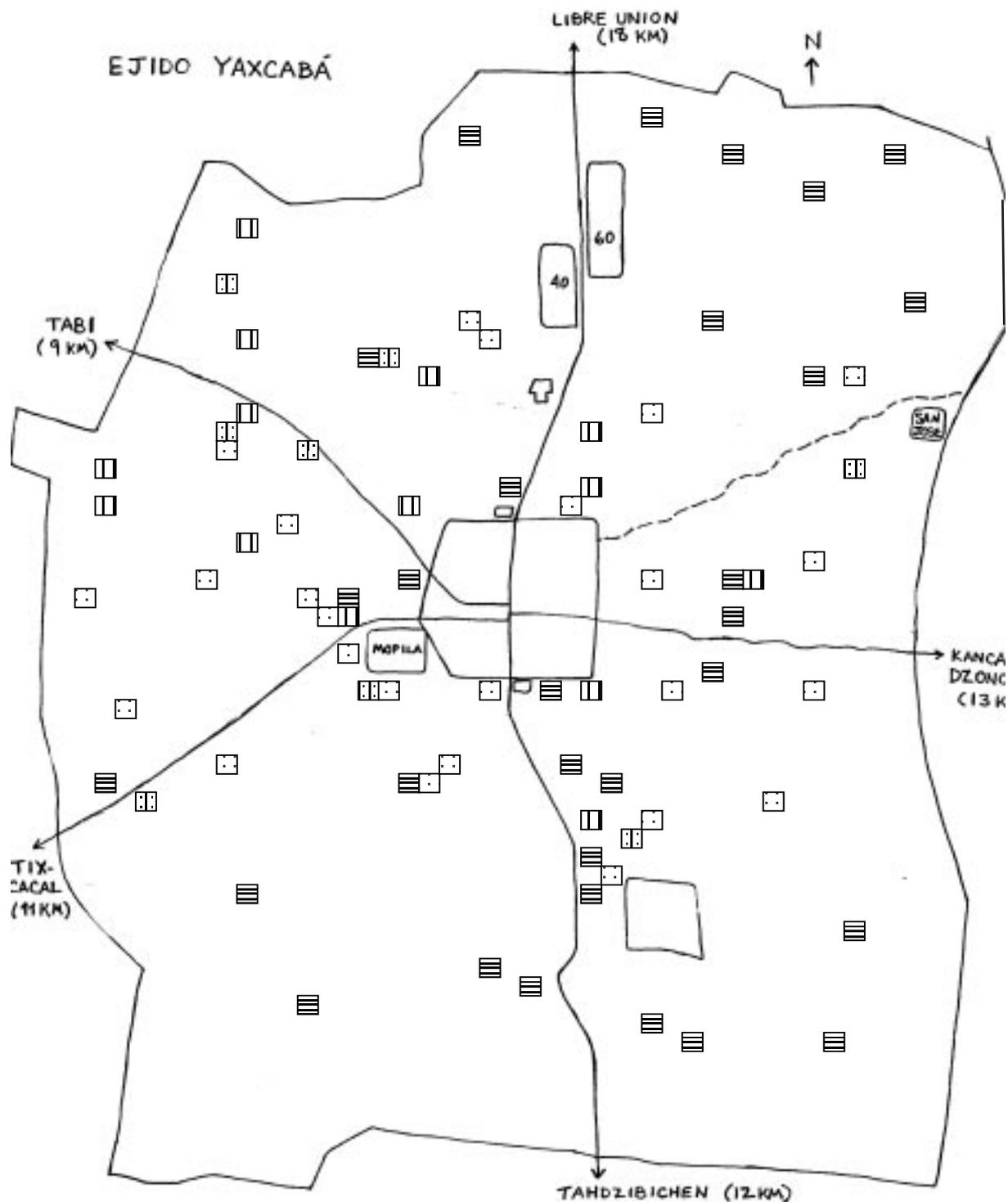
The farmers interviewed reported planting 151 individual milpas, an average of 2.25 milpas per farmer, covering a total of 220.6 hectares, or 3.29 ha per farmer. The yields and harvest categorizations reported suggest that the drought produced at least a 50 % decline in maize yields for 2001 compared with 2000, which Yaxcaba farmers universally view as a good harvest year. This estimate corresponds with production declines reported at the state level by Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA)<sup>1</sup> Of the farmers interviewed, 54% had their maize crop fail in at least one milpa, while 29% lost their entire maize crop. Yield estimates for beans and squash are harder to evaluate due to greater variability in area planted and amounts harvested, but the totals reported by farmers suggest harvest declines even more pronounced than those for maize, with over half of all farmers reporting crop failures for beans and for squash.

Correlation analysis indicates that planting date and the geographical location of the milpa are the factors that most significantly influenced harvest success in the case of maize (Table 2). Generally speaking, milpas that were planted on a delayed schedule, in late June, July, and August, had a better chance of success than those planted in May or early June (Figure 1). This pattern reveals that one of farmers' principal strategies for coping with drought conditions, simply delaying when they plant their milpas, in this case produced good results for a number of farmers. In addition, milpas that were planted in the northwest sector of the ejido generally yielded better than those in the east and south, a trend which can be seen emerging in a preliminary map of 76 milpas (Figure 2). These patterns appear to reflect primarily when and where the summer rains fell, and thus demonstrate the extreme spatial and temporal variability inherent in rainfed maize farming in Yucatán.



**Figure 1.** Harvest in relation with sown month, Yaxcaba 2001.

<sup>1</sup> Newspaper. Diario de Yucatán, February 11<sup>th</sup>, 2002



**Figure 2.** Location of 76 milpas within the ejido of Yaxcabá. Horizontal lines squares, normal maize harvest; black points squares, 50% maize harvest; and vertical lines squares, minimal (<math>< 15\%</math>) maize harvest.

On a sample-wide basis, the soil type, size, and time under cultivation of the milpa did not correlate with the quality the harvest (Table 2). However, farmers' observations suggest that within individual milpas, when the effects of planting date and geographic locale were controlled for, the type of soil present did have an effect, with lower-lying areas of milpas with deeper soils (known as "*kankabales*") producing better yields than the shallow, extremely stony soils found

on small hillocks (known as “*atillos*”). The type of maize variety planted likewise did not correlate with harvest success, although a slightly higher percent harvest decline was estimated for the short-cycle maize races *xmején-nal* and *nal-t’el* (55.5%) than for the long-cycle races *xnuk-nal* and *ts’ít-bakal* (51.1%).

**Table 2.** Pearson correlation (r) results: Factors related to quality of maize harvest

Quality of maize harvest		Farmer	Type of milpa	Size of milpa	Location of milpa	Type of soil	Variety planted	Planting date
r		0.1510	0.0539	-0.0322	0.2243	0.1202	-0.0861	0.4288
Pr >  t		0.0563	0.5226	0.7208	0.0034	0.1526	0.3064	<0.0001

For both beans and squash, planting date and geographic locale were not strongly correlated with harvest (Tables 3 and 4). This could be for a variety of factors, most of which are related to the status of beans and squash as associated crops, rather than principal ones. For instance, beans and squash mature on different cycles from maize, generally later in the summer and fall, and thus may be subject to different patterns of wet and dry spells. Beans and squash are also planted at lower densities and in smaller areas, and may be disproportionately affected by pests and disease, confounding the effects of location and planting time. Many farmers also target their bean and squash plantings for specific microsites that may provide some buffering against climatic cycles.

**Table 3.** Pearson correlation (r) results: Factors related to quality of bean harvest

Quality of bean harvest		Farmer milpa	Type of milpa	Size of milpa	Location soil	Type of planted	Variety date	Planting
r		-0.0983	0.0395	0.0556	-0.1362	0.1509	0.2648	0.0963
Pr >  t		0.2477	0.6435	0.5140	0.1087	0.0751	0.0016	0.2576

**Table 4.** Pearson correlation (r) results: Factors related to quality of squash harvest

Quality of squash harvest		Farmer milpa	Type of milpa	Size of milpa	Location soil	Type of planted	Variety date	Planting
r		0.0291	-0.0692	0.0449	-0.0052	-0.1205	-0.2213	-0.0811
Pr >  t		0.7418	0.4320	0.6105	0.9534	0.1703	0.0111	0.3571

In the case of beans and squash, the quality of harvest was correlated by variety. For beans, the plantings that generally fared the worst were of *P. vulgaris*, while *P. lunatus* plantings produced somewhat better harvests, and *Vigna* plantings generally fared the best (Table 5). These tendencies support the results of Cob (2001), who found significantly greater drought susceptibility in *P. vulgaris* than in *P. lunatus* in evaluation trials in Yaxcaba, as well as the direct observations of Yaxcaba farmers who comment that *Vigna* is very drought-resistant.

**Table 5.** Bean harvest by species

Estimator	<i>Phaseolus vulgaris</i> (var. <i>xkolibu’ul</i> )	<i>Phaseolus lunatus</i> (var. <i>ib</i> )	<i>Vigna unguiculata</i> (var. <i>xpelón</i> )
% of milpas yielding minimal harvest	89.4	73.3	28.6
% of milpas yielding surplus harvest for sale or consumption	10.6	26.7	71.4

For squash, *C. moschata* var. 'xnuk k'úum' was the most reliable in terms of harvest, followed by *C. moschata* var. 'xmejen k'úum' and then *C. argyrosperma* (Table 6). In this case, harvest quality appears linked to maturation times. In evaluation trials, Canul (2001) found significant differences between the time to fruiting of each variety. *C. argyrosperma* is the most precocious and is typically planted very early by farmers, which means its development may have suffered most from the drought conditions that persisted into June and July. By contrast, *C. moschata* var. 'xnuk-k'úum is the last squash to mature, in late summer to early fall, which may have enabled it to benefit more from the late-arriving rains.

**Table 6.** Squash harvest by species and variety.

Condition	<i>Cucurbita moschata</i> (var. 'xnuk k'úum')	<i>Cucurbita moschata</i> (var. 'xmejen k'úum')	<i>Cucurbita argyrosperma</i> (var. 'xtop')
% of milpas yielding minimal harvest	67.1	76.9	87.2
% of milpas yielding surplus harvest for sale or consumption	32.9	23.1	14.7

Despite the generally poor harvest, farmers reported that they were able to secure planting stocks of most of their crops on-farm (Table 7). Of 163 maize seed lots planted by farmers, only about 10% were lost—in other words, the majority of farmers were able to harvest enough ears of sufficient quality to meet their maize seed needs for the coming cycle. For squash, the proportion of seed stocks lost was only slightly higher than that of maize, at 15%. For beans, however, fully one-quarter of the stocks were lost. Seed losses were distributed relatively broadly amongst farmers, with just over 50% of farmers reporting the loss of at least one seed lot.

**Table 7.** Seed lot losses in Yaxcaba, Yucatan, 2001.

Crop	Seed lots	Number of lots lost	% of lots lost
Maize	169	16	9.5
Beans	141	39	27.7
Squash	105	16	15.4
<i>Total</i>	<i>414</i>	<i>71</i>	<i>17.2</i>

The higher rate of loss among bean lots appears to reflect, at least in part, the fact that beans are a less reliable crop in general in Yucatán, as evidenced by the fact that local farmers rely more on off-farm sources of bean seed, in both good years and bad, than they do for maize and squash (Gomez-Lopez *et al.*, 2001). The possible reasons for this off-farm reliance involve greater pest and disease problems both during cultivation and during post-harvest storage, the labor demands of harvesting beans, and susceptibility of bean plants to herbicides used for weed control in the milpa. Regional studies in Latin America found similarly that 35% of farmers relied on off-farm sources (commercial purchase or exchange with neighbors) for their bean seed (Janssen *et al.*, 1995).

Overall, the relatively low frequency of loss of seed lots gives support to the idea that even under adverse environmental conditions small-scale farmers are able to retain most of their seed supply on-farm, at least during the relatively short time span from one cropping season to another. Most of the farmers with very poor harvests indicated that they gave priority to setting aside their own seed stocks, particularly in the case of maize, and then purchasing grain for home consumption in place of consuming all of their harvest. One reason that farmers were able to do this was because of the ready availability of milpa products, above all of maize.

Those Yaxcaba residents who achieved a more or less normal harvest had excess maize to sell locally from their homes. In addition, Yaxcaba also has two government cooperative stores (known as DICONSA) that sell maize at a subsidized rate. Beans and squash seed were also readily available for purchase in town shops.

Nevertheless, it would be premature to conclude that the drought had only minimal implications for local seed flows and the conservation of crop diversity. Harvests of many seed lots were minimal—a handful of squash fruits, 2 or 3 kilograms of beans, or a small sack of maize ears. It is not yet clear whether farmers will choose to plant these small lots as is in an attempt to rescue the seed; whether they will choose to supplement the quantities they obtained on-farm with different lots (i.e. seed of the same variety obtained externally); or whether they will decide to consume the seed and switch to a different lot. These decisions, which farmers are making during the 2002 planting season, are what will determine the ultimate effects of the drought on local seed flow.

For certain crop varieties that are already difficult to encounter, adverse events like a drought may have the effect of amplifying ongoing processes of decline. One crop genetic resource that is quite rare in central Yucatan is an ancestral maize race known as *nal-t'el*, or “rooster maize”. As its name reflects, *nal-t'el* is the most precocious maize grown in Yucatan, maturing in around seven weeks from planting. Only five farmers in Yaxcaba and surrounding towns were known to have *nal-t'el* seed for planting at the start of the 2001 growing season. By year's end, only one of the five had achieved a regular harvest; three had lost their seed entirely, and one had a total harvest of just three years. The drought was not the only reason farmers reported for having lost their *nal-t'el* seed (the maize also tends to suffer high animal predation because it is the first to mature) but it emerged as a key factor that complicated farmers' ability to maintain their *nal-t'el* stocks. The case of *nal-t'el* suggests that in the case of crop varieties grown at very low frequencies on a regional basis, the frequency of adverse weather events like droughts become important factors to consider when assessing the possibilities for conserving crop genetic resources *in situ*.

### **Conclusions**

In 2001, scarce and erratic rains in central Yucatan state, Mexico, resulted in a steep decline in milpa farmers' production of maize, beans, and squash. In the community of Yaxcaba, average maize are estimated to have declined by about 50%, with 29% of farmers losing virtually their entire maize crop. Likewise, over half of all farmers reported near-total harvest losses.

The factors that most closely determined how a farmer's maize crop fared were the geographic location of his milpas, and the planting date. Milpas in the north and west of Yaxcaba's ejido tended to yield better harvests than those in the south and east, and milpas planted in July and August had a higher rate of success than those planted in May and June. These patterns essentially reflect the extreme spatial and temporal variability characteristic of summer rainfall patterns in central Yucatan. As well, the temporal trend in milpa harvests reflects the successful application of one of Yaxcaba farmers' key strategies for coping with drought conditions, that of postponing their milpa planting dates.

Neither bean nor squash harvests followed the same patterns as the maize harvest, a difference which appears linked overall to the fact that both are secondary associate crops, while maize remains the principal focus of farmers decisions about when and where to plant their milpas. For beans and squash, the likelihood of a successful harvest varied between species and varieties, with *Vigna unguiculata* and *Phaseolus lunata* bean plantings faring better than those of *P. vulgaris*, and two varieties of *Cucurbita moschata* faring better than *C. argyrosperma*. These differences appear linked to differential drought tolerance in beans, and variation in time to flowering and fruit maturation in squash.

Despite the substantial declines in the harvest of milpa crops, most farmers were able to secure a harvest of seed lots on-farm for next year's planting. The frequency of loss of seed stocks was under 15% for maize and squash, but slightly higher for beans, a pattern that appears to reflect the general status of beans as a less reliable crop. The case of Yaxcaba demonstrates how small-scale farmers are able to retain most of their seed supplies on-farm even under moderately adverse environmental conditions. Nevertheless, the possibility remains that farmers who harvested relatively small seed lots in 2001 may choose not to plant them in the subsequent agricultural cycle

The ultimate effects of the 2001 drought on crop diversity, and thus its implications for *in situ* conservation, will not be known until Yaxcaba farmers' planting choices can be surveyed again in 2002.

### **Acknowledgements**

This research was undertaken in conjunction with the project "Conservación *In Situ* de la Milpa", sponsored by the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) and implemented by the Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV), Merida Unit. For assistance with interviews in Yaxcaba, I thank Aureliano Cob Cen, Elaine Yupit Moo, and Victor Interian Ku. Jaime Canul Ku and Luis Burgos may provided advice on interpreting survey results, as well as information on *nal-t'el* cases. I also thank the Comisario Ejidal of Yaxcaba for making available maps and additional information on harvest losses. At CINVESTAV, Luis Arias Reyes obtained rainfall data and advised on interpretation, while Jose Luis Chavez Servia assisted with statistical analysis and interpretation of study results. Special thanks to all ejidatarios of Yaxcaba for their generous and patient responses to my many questions. Funding support for this study was provided by a Fulbright-Hays fellowship from the United States Department of Education, a Scientific Cooperation Research Program grant from the United States Department of Agriculture, and a Henry Hart Rice fellowship from the Center for International and Area Studies of Yale University. This article is dedicated in memory of don Esteban Cuxin Uc (1952-2002) of Yaxcaba, Yucatan.

### **Referencias**

- Brush, S.B. 1992. Reconsidering the Green Revolution: diversity and stability in cradle areas of crop domestication. *Human Ecol.* 20: 145-167.
- Bellon, M.R. and S.B. Brush. 1994. Keepers of maize in Chiapas, Mexico. *Econ. Bot.* 48: 196-209.
- Canul Ku, J. 2001. Evaluación de calabazas criollas en cuatro microambientes de Yaxcaba. *In: Memorias del XVI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario.* Noviembre 2001. 19-21 Conkal, México.
- Cob Uicab, J.V. 2002. Evaluación de germoplasma de frijol xcoli-buul (*Phaseolus vulgaris*) e ib (*Phaseolus lunatus*) en Yaxcaba, Yucatán. *In: J.L. Chávez, L.M. Arias, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope y C. Eyzaguirre (eds.), Resúmenes del Simposio: Manejo de la Diversidad Cultivada en los Agroecosistemas Tradicionales*, 13-16 de febrero de 2002, Mérida, México. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.
- Friis-Hansen, E. 1999. The socio-economic dynamics of farmers' management of local plant genetic resources. *CDR Working Paper 99.3*, Center for Development Research, Copenhagen, Denmark.
- Gómez-López, M., L. Latournerie Moreno, J.L. Chávez Servia, y L.M. Arias Reyes. 2001. Intercambio de semillas de maíz, frijol, calabaza y chile entre agricultores en una comunidad de Yucatán. *In: Memorias del XVI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario*, 19-21 Noviembre 2001, Conkal, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI). 1995. Yucatán. Tomo I. Censo de Población y Vivienda 1995. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. INEGI, Aguascalientes, Ags., México.

- Janssen, W., C.A. Luna, and Duque, M.C. 1992. Small-farmer behavior towards bean seed: evidence from Colombia. *J. of Appl. Seed Prod.* 10:43-51.
- Louette, D., A. Charrier and J. Berthaud. 1997. *In situ* conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Econ. Bot.* 51: 20-38.
- Louette, D. and M. Smale. 1998. Farmers' seed selection practices and maize variety characteristics in a traditionally based Mexican community. *CIMMYT Economics Working Paper 98-04*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México, D.F.
- Sperling, L., U. Scheidegger and R. Buruchara. 1996. Designing seed systems with small farmers: principles derived from bean research in the Great Lakes region of Africa. *ODI Agricultural Research & Extension Network Paper 60*, Overseas Development Administration, U.K.

## Sistema informal de abastecimiento de semillas de los cultivos de la milpa de Yaxcabá, Yucatán

Martín Gómez López<sup>1</sup>, L. Latournerie Moreno<sup>2</sup>, L. M. Arias Reyes<sup>3</sup>, J. Canul Kú<sup>3</sup> y J. Tuxill<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Tesista, Instituto Tecnológico Agropecuario No.2. Km 16.3 ant. Carret. Mérida-Motul, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones y Graduados Agropecuarios. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Km 16.3 ant. Carret. Mérida-Motul, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Mérida. Ant. Carret. Mérida-Progreso Km 6.5, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México.

<sup>4</sup>Estudiante de doctorado de Yale-NYBG Joint Program in Economic Botany.

### Summary

**Informal seed supply systems of milpa crops in Yaxcaba, Yucatan.** The objective of the present research is to describe and analyze the dynamics of informal seed flows of milpa crops (maize, beans, squash and chili pepper) between Maya farmers in the community of Yaxcaba, Yucatan. In 1999 and 2000, 62 farmers (10% of the local farming population) were interviewed. First, houses within the community were mapped, according to four cardinal points, in order to facilitate the random selection of households for interviewing. The interviews were structured around farmer management of germplasm diversity: how seeds are obtained, from which sources and origins, how they are exchanged, and under which conditions different varieties are planted. Interviews were conducted primarily in Maya according to farmer language preferences. In terms of diversity, farmers sow at least 37 local milpa varieties (landraces): 22 of maize, 8 of beans, 3 of squash and 4 of chili. Of the total maize seed lots that farmers manage, 82% are landraces, while 15% are improved varieties and 3% represent crosses among landraces and improved varieties. For beans, 94% are of local varieties, with only one improved variety (Jamapa) present in the community. In the case of squash all are local varieties, while for chili 10% of seed lots are of an improved variety (Habanero). Farmers maintain their local varieties (landraces) over time, acquiring them by various means, including direct cash purchase, seed-for-seed exchange with other farmers, as gifts, and by covert selection from other milpas when they encounter plantings with desirable characteristics. Most farmers exchange their seeds of milpa crops within the community, especially among relatives and other farmers.

**Key words:** *Capsicum* spp, *Cucurbita* spp, informal seed supply systems, Maya farming systems, *Phaseolus* spp, *Zea mays* L.

### Introducción

En México, la agricultura cuenta con un gran potencial en sus recursos fitogenéticos, entre ellos maíz, frijol, calabaza (*Cucurbita* spp.) y chile (*Capsicum* spp.), manejados por el hombre, en calidad y cantidad disponible para producir y satisfacer las necesidades de alimento, así como para crear un sistema de intercambio intrafamiliar de semillas de los cultivos tradicionales (Hernández, 1985). Estos flujos e intercambios de semillas describen el proceso por el cual los agricultores obtienen la unidad física de una variedad dada. El sistema local o informal de suministro de semillas para el hogar y, en las parcelas de los agricultores, es un sistema que ha sido usado por los campesinos, desde tiempos inmemoriales, para mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos, y es aceptado como el predecesor de los sistemas formales de producción de semillas. Sin embargo, la velocidad y la efectividad de los sistemas de

abastecimiento han dependido en gran medida de la calidad del material difundido, de las relaciones de parentesco entre agricultores, de sus antecedentes culturales y de la estabilidad económica (McAndrew, 2000).

La dinámica que establecen los agricultores en el manejo tradicional de sus semillas, los criterios de selección y conservación a través del tiempo, los flujos constantes de entrada y salida de semillas en una población y los usos de las variedades locales, han favorecido la variabilidad fenotípica y genética que se observa. Este proceso es muy flexible, ya que a través de la compra, cambio e introducción de variedades (local o mejorada), el agricultor constantemente está evaluando diferentes variedades; sin embargo, los criterios que lo llevan a conservar una variedad son estrictos, ya que estas deben manifestar buena adaptación (al ambiente y manejo) y una producción aceptable, esto indica que el productor busca, con la introducción de materiales explorar características deseables que aparecen en la población cultivada (producto de mezclar variedades foráneas con las locales), como son el tamaño de semilla, forraje y resistencia a sequía, entre otros (Louette, 2000).

Por otro lado, estos materiales introducidos conviven con los locales, por lo que afecta su estructura genética. Sin embargo, el agricultor los conserva en la medida que satisfacen sus necesidades, y es un indicador de que la diversidad agrícola que se maneja en la comunidad constituye un sistema abierto y dinámico de intercambio. Así los agricultores deciden sobre la cantidad de semilla, que seleccionaron y almacenaron del ciclo anterior, a sembrar cada año, así como también si sembrarán semillas introducidas de los mercados o de otros agricultores (Jarvis y Hodgkin, 2000). Al respecto Bellon y Smale (1998) mencionan que las semillas de una planta o cultivo que el agricultor siembra, pueden haber sido seleccionadas de sus propios cultivos en un ciclo anterior, intercambiada, comprada a otros agricultores, instituciones o de una mezcla de diferentes fuentes.

En particular en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, los agricultores conservan y aprovechan una gran diversidad de variantes de semillas en los cultivos de maíz, frijol, calabaza (*Cucurbita* spp) y chile (*Capsicum*) dentro del sistema tradicional de agricultura (roza-tumba-quema) conocida localmente como milpa<sup>1</sup> (*kool* en lengua maya). Por lo que es importante comprender esta diversidad genética, así como los diversos sistemas de flujos e intercambios de semillas que se dan entre agricultores y dentro de comunidades. Con esta base, se planteó el objetivo de describir y analizar la dinámica del flujo informal de semillas de los cultivos de la milpa (maíz, frijol, calabaza y chile), así como determinar la diversidad de variedades que manejan los agricultores de Yaxcabá, México.

### **Materiales y métodos**

La comunidad de Yaxcabá se sitúa a 108 km al oriente de la ciudad de Mérida capital del estado de Yucatán, México; a 20° 32' latitud norte y 88° 56' longitud oeste, y a 30 msnm, limita al norte con el municipio de Sudzal y Dzitás, al sur con Tahdziú, Peto y Chinkindzonot, al este con Tinum y Chankom, y al oeste con el municipio de Sotuta y Cantamayec. En la región predomina el clima cálido húmedo (AW(x)(i)g), IIsley (1984). La temperatura media anual es de 25.9°C. La precipitación media anual de 1118.3 mm y posee suelos permeables, altos en material consolidado, cuya composición corresponde en la mayor extensión al tipo Cambisol (Duch, 1988; CNEM, 1988).

Para el efecto del estudio se partió de un croquis de la comunidad. Se constituyó un marco físico de referencia de 75 manzanas y 600 viviendas, se estableció un tamaño de muestra de 62 agricultores (familias) que equivalen al 10% del total que la integran. El estudio se realizó de agosto 2000 a febrero 2001. Los formatos de la entrevista se estructuraron debidamente, tomando como variables la diversidad genética del germoplasma que manejan los agricultores,

---

<sup>1</sup>Término utilizado en México para referirse al campo donde se siembra una o más especies por ciclo de cultivo.

vías de acceso, fuentes de adquisición y origen de la semilla. La entrevista fue abierta en relación al movimiento de la semilla y cerrada con relación a ciertos tópicos como la cuantificación del flujo inter e intracomunidades, y las respuestas fueron tanto de información numérica como verbal (resultado de las preguntas abiertas). Dichas entrevistas se hicieron en español y cuando fue necesario en lengua maya.

La información obtenida fue complementada y cotejada con los datos de una entrevista previa aplicada de abril a junio de 1999 de un estudio socioeconómico en donde se consideró como la unidad de encuesta la vivienda y como unidad de estudio a la familia. De la entrevista previa sólo se tomó la información sobre flujo de semillas (Morales y Quiñones, 2000). En resumen, la información analizada comprende dos ciclos agrícolas. El criterio para definir la unidad de muestreo se basó en estudios previos realizados en Yaxcabá por Pérez (1980) y Dzib (1987) en los que encontraron que la familia campesina es la célula básica de la organización de la comunidad de Yaxcabá, para trabajar en la unidad de producción, y la milpa (sistema de cultivo), es la actividad más importante. La milpa es considerada, local y familiarmente como una responsabilidad del padre o esposo (agricultor), y en excepciones de las mujeres viudas cabezas de familia.

Las variedades locales y/o criollas que manejan los agricultores se identificaron con base en la clasificación campesina descrita por Arias *et al.* (2000) y basados en la clasificación de Wellhausen *et al.* (1951), Pérez (2000) y Terán *et al.* (1998).

## **Resultado y discusión**

### **Diversidad en los cultivos**

De acuerdo a los resultados en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, los agricultores siembran 37 variedades o poblaciones criollas de maíz, calabaza, frijol y chile bajo el sistema milpa, cada una de ellas nombradas por los agricultores con diversas terminologías mayas, tal como lo mencionan Arias *et al.* (2000). De las 37 poblaciones 22 corresponden a maíz, 8 a frijol, 3 a calabaza y 4 a chiles (Cuadro 1).

Del total de la diversidad de variedades de maíz que siembran en la comunidad, el 82 % son criollos, el 18% restante corresponde a variedades acriolladas (mejorado x criollo), pero el agricultor lo denomina como híbrido aun cuando tienen varios ciclos de que lo siembra. Para el frijol, el 94% fue criollo y solamente el 6% mejorado ('Jamapa'), mientras que para la calabaza todas, fueron criollas y en el caso del chile el 82% criollos y el 18% se le atribuye al chile 'habanero', que puede ser acriollado o mejorado. Al respecto Ortega *et al.* (2000), mencionan que en la península de Yucatán menos del 10% de la semilla que utilizan los agricultores en la milpa proviene de generaciones avanzadas de las variedades mejoradas. Similarmente, Aguirre (1999), en un estudio de análisis de la diversidad de maíz, señala que los agricultores del Sureste de Guanajuato siembran proporcionalmente un 92% de materiales criollos, 3.5% de acriollados y 3.9% de mejorados.

El tiempo en el que los agricultores conservan sus variedades de los cultivos de la milpa, varía de acuerdo a una serie de factores como son las sequías y huracanes, entre otros. Se observó que para maíz un 3.9% de los agricultores han adquirido sus semillas en los últimos tres años, el 7.3% tiene de 4 a 15 años con sus semillas, mientras que el 75.9% han conservado sus semillas desde hace más de 30 años (31 a 52 años), Cuadro 2. Esto implica que los agricultores conservan sus materiales criollos a través del tiempo y que un bajo porcentaje (4%) se abastecen de semillas, con sus vecinos o comunidades cercanas, normalmente de maíz con mayor frecuencia. Para calabaza solamente el 20% adquirieron sus semillas los últimos tres años. Esta tendencia es un poco diferente para frijol y chile donde el 36.2 y 42.9% de los agricultores, han adquirido sus semillas en los últimos tres años y solamente el 14.9% y 14.3% han conservado sus semillas por más de 30 años, respectivamente.

**Cuadro 1.** Diversidad genética por nombre común de las variedades locales que se siembra por los agricultores de Yaxcabá, bajo el sistema milpa.

Variedades locales	Nombre científico	Variedades locales	Nombre científico
<b>Maíz</b>		<b>frijol</b>	
Xnuc-nal amarillo <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Xcoolli-bu'ul <sup>a</sup>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Xnuc-nal blanco <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Tsamá <sup>a</sup>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Dzit-bacal amarillo <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Jamapa <sup>c</sup>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Dzit-bacal blanco <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Sac ib <sup>a</sup>	<i>Phaseolus lunatus</i>
Pix cristo <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Chac ib <sup>a</sup>	<i>Phaseolus lunatus</i>
Xt'uup-nal amarillo <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Xpinto ib <sup>a</sup>	<i>Phaseolus lunatus</i>
Xt'uup-nal blanco <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Xnuc pelón <sup>a</sup>	<i>Vigna unguiculata</i>
Xtrees amarillo <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Xmejen pelón <sup>a</sup>	<i>Vigna unguiculata</i>
Xtrees blanco <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>		
Xmejen-nal amarillo <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	<b>Calabaza</b>	
Xmejen-nal blanco <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Xnuc kúum <sup>a</sup>	<i>Cucurbita moschata</i>
Nal-t'el amarillo <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Xmejen kúum <sup>a</sup>	<i>Cucurbita moschata</i>
Nal-t'el blanco <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	Xtop <sup>a</sup>	<i>Cucurbita argyrosperma</i>
Nal Xoy amarillo <sup>b</sup>	<i>Zea mays</i>		
Xhe ub <sup>a</sup>	<i>Zea mays</i>	<b>Chile<sup>d</sup></b>	
Híbrido amarillo <sup>c</sup>	<i>Zea mays</i>	Ya'ax ic <sup>a</sup>	<i>Capsicum annum</i>
Híbrido blanco <sup>c</sup>	<i>Zea mays</i>	Cha huá <sup>a</sup>	<i>Capsicum annum</i>
V-527 B <sup>c</sup>	<i>Zea mays</i>	Habanero	<i>Capsicum chinense</i>
V-528 B <sup>c</sup>	<i>Zea mays</i>	Xcat'ic <sup>a</sup>	<i>Capsicum annum</i>
V-532 B <sup>c</sup>	<i>Zea mays</i>		
V-533 B <sup>c</sup>	<i>Zea mays</i>		
VS-536 B <sup>c</sup>	<i>Zea mays</i>		

<sup>a</sup>Materiales criollos de acuerdo al concepto del agricultor.

<sup>b</sup>Material acriollado Dzib (2000).

<sup>c</sup>Materiales mejorados.

<sup>d</sup>El cultivo de chile fue explorado por Pérez (2000) quien reportó además las variantes 'Dulce', 'Sucurre', 'Maax' y 'Pico paloma', no registradas/encontradas en la muestra de estudio.

**Cuadro 2.** Porcentaje de agricultores con base en el tiempo en que han conservando sus semillas

Cultivo	Tiempo en años			
	1-3	4-15	16-30	31-52
Maíz	3.93	7.30	12.92	75.86
Fríjol	36.17	38.30	10.64	14.90
Calabaza	20.00	32.22	26.66	21.15
Chile	42.86	32.14	10.71	14.28

**Vías por las que los agricultores adquieren su semilla**

A través del tiempo, los agricultores de Yaxcabá han adquirido el germoplasma, para la siembra de los cultivos de la milpa (maíz, frijol, calabaza y chile), vía compra, regalado, intercambio, préstamo o semilla apropiada, esto último se observa cuando el productor la toma al pasar por alguna parcela de otro productor (Cuadro 3). Para maíz, el regalo es la principal vía (42.7%), seguido de la compra con 38.8%, mientras que el préstamo fue la vía de menor importancia (1.12%). Al respecto Louette (2000), Aguirre (1999) y Mendoza (2000) coinciden en señalar que los agricultores tienen diversas formas de adquirir la semilla de sus diversos cultivos, además de la selección que hacen en sus milpas, la obtienen principalmente por intercambio (p. ej. semillas por semillas), por regalo o compra. Estos mecanismos de abastecimiento (intercambio) que utilizan los agricultores de Yaxcabá aseguran la recuperación de materiales ante catástrofes naturales sequías y huracanes en la región. Beniya *et al.* (1999) mencionan que el entendimiento del sistema de flujo de semillas que manejan los agricultores es un prerrequisito para entender la conservación *in situ*.

**Cuadro 3.** Vías por las que los agricultores adquieren las semillas para la siembra de sus cultivos.

Cultivo	Vías de adquisición (%)				
	Compra	Regalo	Intercambio	Préstamo	Apropiada <sup>a</sup>
Maíz	38.7	42.64	10.64	1.12	6.72
Frijol	45.32	46.8	1.42	2.84	3.55
Calabaza	30.0	58.89	3.33	-	7.77
Chile	32.14	64.28	-	-	3.57

\* Materiales que el productor ha extraído cuando pasa por alguna parcela de otro productor.

### Fuentes de abastecimiento de semilla

En la comunidad de Yaxcabá las semillas que conservan los agricultores, las han adquirido por diferentes fuentes: de sus ancestros, familiares (recientemente), agricultores vecinos y el sector formal (Cuadro 4). La principal fuente de abastecimiento de semilla de maíz ha sido a través de productores vecinos (43.8%) o de familiares (37.1%) y en menor grado como herencia de sus ancestros (1.7%). También el sistema formal de abastecimiento de semilla desempeña una función importante (17.4%); es decir, principalmente por los programas de gobierno e instituciones que abastecen de semilla en épocas adversas. La tendencia es similar en frijol, calabaza y chile.

**Cuadro 4.** Fuentes de abastecimiento de semillas que utilizan los agricultores en Yaxcabá.

Cultivo	Fuentes de abastecimiento (%)			
	Ancestros	Familiares	Agricultores	Vía formal
Maíz	1.7	37.1	43.8	17.4
Frijol	4.2	36.1	40.4	19.2
Calabaza	1.1	52	38.9	7.7
Chile	3.6	42.8	50	3.6

Cuando se presentó a los agricultores, el origen primario de su semilla, se observó que la comunidad de Yaxcabá se abastece a si misma. Por ejemplo el 90% de la semilla de maíz es producida en la misma comunidad, el 80% del frijol, 84% de calabaza y el 86% de chile. (Cuadro 5). Esto quiere decir que menos del 20% de la semilla, se obtienen en otras comunidades y disminuye significativamente a mayor distancia.

**Cuadro 5.** Lugar de donde provienen los materiales que adquieren los productores en la comunidad de Yaxcabá.

Cultivos	Origen del material (%)		
	Yaxcabá	Localidades circunvecinas a Yaxcabá	Localidades a mayor distancia
Maíz	90.4	5.8	3.5
Frijol	80.1	14.8	4.9
Calabaza	84.4	9.9	5.5
Chile	85.7	7.2	7.2

Las localidades de donde provino parte del material de siembra fueron Cacalchen, Chimay, Kancabdzonot, Libre Unión, Santa María, Xan-la, Tahdzibichen, Tiholop, Tixcacal tuyup, Xpujuy y Yodzonot y en menor grado de localidades del centro, sur y oriente del estado de Yucatán. Resultados similares se reportaron en arroz en Vietnam (CBDC, 2001a) y en Malasia (CBDC, 2001b) en el sentido de los porcentajes de abastecimiento de semillas de otras localidades. Este sistema de suplemento informal de semilla permite explicar el mecanismo que usan los

productores para restituir sus materiales que pierden en ciclos desfavorables (p. ej. sequías o ciclones). En un estudio en las comunidades de Murut in Dalit Keningau, Sabah, Malasia, encontraron un constante intercambio entre productores de variedades de arroz el que permitía conservar sus materiales y aseguraban la disponibilidad de la semilla (CBDC, 2001b)

## Conclusiones

Los agricultores en Yaxcabá de la muestra de estudio manejan un promedio de 37 variedades de los cultivos de la milpa (maíz, frijol, calabaza y chile) en cada ciclo. De estas el 59.45% pertenece a maíz, el 21.62% a frijol, el 8.1% a calabaza y el 10.81% a chile. Más del 82% de los productores conservan y utilizan sus propias variedades tradicionales, las que adquieren vía regalo, venta, intercambio, préstamo y apropiación de materiales. Las diferentes fuentes de abastecimiento son principalmente agricultores, vecinos, familiares y en menor grado como herencia de sus ancestros y del sistema formal. El mayor flujo de semilla ocurre dentro de la misma comunidad, seguido de comunidades cercanas y en menor proporción con las comunidades lejanas.

## Referencias

- Aguirre G., J A. 1999. Análisis regional de la diversidad del maíz en el Sureste de Guanajuato. Tesis Dr. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- Arias, L. M., J.L. Chávez, V. Cob, L. Burgos and J. Canul. 2000. Agromorphological characters. Pp:95-100 *In: D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears (eds.), Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.*
- Baniya, B.K., A. Subedi, R.B. Rana, C.L. Paudel, S.P. Khatiwada, D.K. Rijal and B.R. Sthapit. 1999. Informal rice seed supply and storage systems in mid-hills of Nepal. Pp:79-91 *In: B. Sthapit, M. Upadhyay and A. Subedi (eds.), A scientific Basis of In Situ Conservation of Agrodiversity On-farm: Nepal's contribution to global project. NP Working Paper No. 1/99. LI-BIRD and IPGRI, Nepal.*
- Bellon, M.R. and M. Smale. 1998. A Conceptual framework for valuing on-farm genetic resources. *Economic Working Paper No. 98-05. CIMMYT. Mexico, D.F.*
- Centro Nacional de Estudios Municipales (CNEM). 1988. Los Municipios de Yucatán. Secretaría de Gobernación. México D.F. 548 pp.
- Community Biodiversity Development and Conservation (CBDC). 2001a. Programme Vietnam Project: A study on the plant genetic diversity and seed supply system of Vietnam. *Technical Report No. 9. Southeast Asia Regional Institute for Community Education. Quezon City, Philippines.*
- Community Biodiversity Development and Conservation (CBDC). 2001b. Programme Malaysia Project: Rice seed supply system among Murut communities in Dalit, Keningau, Sabah, Malaysia. *Technical Report No. 27. Southeast Asia Regional Institute for Community Education. Quezon City, Philippines.*
- Duch G., J. 1988. La conformación territorial del estado de Yucatán: Los componentes del medio físico. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México.
- Dzib A., L. 2000. Los Maíces NaL Xoy de la Milpa Tradicional Yucateca. Tríptico. Universidad Autónoma Chapingo. CRUPY. Mérida, Yucatán, México.
- Dzib A., L. 1987. Invitación a la innovación mediante la experimentación y la divulgación agrícola: el caso de la milpa en Becanchén, Yucatán. Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Hernández X., E. 1985. Agricultura tradicional y desarrollo. Pp: 419-422 *In: Xolocotzia. Tomo I. Universidad Autónoma de Chapingo, México.*
- Ilsley C., 1984, Vegetación bajo Roza-Tumba-Quema en Yaxcabá, Yuc. Tesis Biol. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Jarvis, D. and T. Hodgkin. 2000. Farmer decision making and genetic diversity: linking multidisciplinary research to implementation on-farm. Pp:261-278 *In: S.B. Brush (ed.), Genes in the Field: On-farm Conservation of Crop Diversity. IPGRI, IDRC, and Lewis Publishers, FL. USA.*

- Louette, D. 2000. Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landraces?. Pp:102-109 *In*: S.B. Brush (ed.), *Genes in the Field: On-farm Conservation of Crop Diversity*. IPGRI, IDRC, and Lewis Publishers. FL. USA.
- Mendoza, G, J. 2000. Participación de la mujer en la selección de semillas de maíz en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis Ing. Agr. Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán, Izcalli, UNAM. México. 57 pp.
- Morales, C. and T. Quiñones. 2000. Socioeconomic data collection and analysis. Pp:49-50 *In*: D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears (eds.), *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- McAndrew, C. M. 2000. Mecanismos regionales de coordinación para facilitar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los participantes en la producción de semillas en América Latina y el Caribe. Pp:1-16 *In*: Reunión Técnica Regional sobre Políticas y Programas de Semillas para América Latina y el Caribe. Mérida, México.
- Ortega P., R. L. Dzib A., L.M. Arias R., V. Cob U., J. Canul Ku and L.A. Burgos. 2000. Conserving agricultural biodiversity *in situ*. Pp:152-154 *In*: D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears (eds.), *Conserving Agricultural Biodiversity In Situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Pérez P., M. 2000. Exploración de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum spp.*) regionales en una comunidad de Yucatán, México. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2, Conkal, Yucatán, México.
- Pérez, M.1980. Organización del trabajo y toma de decisiones en la familia campesina milpera. Pp:425-474 *In*: E. Hernández X. y Padilla (eds), *Seminario sobre Producción Agrícola en Yucatán*. SPP-CP. Mérida, Yucatán, México.
- Terán, S., Ch. Rasmussen y O. May C. 1998. Las plantas de la milpa entre los mayas. Fundación Tun Ben Kin. A.C. Yucatán, México. 278 pp.
- Wellhausen E., L. Roberts y E. Hernández X. 1951. Razas de maíz en México; su origen, características y evolución. *Folleto Técnico No. 5. O.E. SAG*, México. 237 pp.

## Sistemas de almacenamiento de semillas de los cultivos de la milpa y sus plagas en Yaxcabá, Yucatán

Elaine Yupit Moo<sup>1</sup>, Luis Latournerie Moreno<sup>2</sup>, Luis M. Arias Reyes<sup>3</sup> y José L. Chávez Servia<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Estudiante, Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 (ITA-2) Km 16.3 Carr. Mérida-Motul, C.P. 97345 Conkal, Yucatán, México.

<sup>2</sup> Subdirección de Investigación y Graduados Agropecuarios. -ITA-2 Km 16.3 Carr. Mérida-Motul, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México. .

<sup>3</sup> Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N. Unidad Mérida. Carret. Mérida-Progreso km 6 C.P. 97310 Mérida, Yucatán, México.

<sup>4</sup> Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos-IPGRI, C/o CIAT, A.A.6713 Cali, Colombia.

### Summary

**Seed storage systems of milpa crops and their storage pests in Yaxcaba, Yucatan.** This study was undertaken to document seed storage systems for maize and the methods used by farmers to protect the grain from pests during storage in the community of Yaxcaba, Yucatan. It was accomplished by interviewing 61 traditional farmers in the target community from august 2001 to june 2002. Information was collected from farmers' milpas or their backyard, depending on the location and particular system used to store maize seeds. Interviews were conducted in both Spanish and Maya. Results indicate that 87% of farmers from Yaxcaba store their maize seed as whole ears in rustic granaries (locally named trojes) made of wood and roofed with palm thatch. Granaries may be located in the farmers' milpas (62.1%), backyard (15.2%), in sacks inside the house (15.2%) or inside the kitchen (6.1%). All farmers select their own seeds annually, either during harvest (7%) or a few days before sowing (93%). The principal method for protecting seeds from pests during storage is the application of powdered calcium carbonate (lime).

**Keys words:** *Zea mays* L., milpa farming systems, seed storage systems.

### Introducción

En el sistema milpero o milpa<sup>1</sup> las actividades productivas las realizan un heterogéneo grupo de personas organizadas para la producción campesina, las cuales desarrollan un conjunto de actividades que les permiten la subsistencia. Entre las principales actividades se destacan la milpa por ser la productora de alimentos básicos: maíz, frijol, calabaza (*Cucurbita* spp) y hortalizas. El manejo actual de la milpa se basa en el conocimiento empírico y milenario del campesino maya, basado en el sistema roza-tumba-quema (Hernández, 1985).

El maíz ha estado ligado al desarrollo cultural de los diferentes pueblos americanos; especialmente de México, Centroamérica y la zona andina de Sudamérica. Los diferentes sistemas agrícolas de latinoamérica involucran gran cantidad de prácticas tradicionales emanadas del conocimiento empírico desarrollado durante siglos por agricultores de subsistencia. Entre las prácticas importantes se encuentran las de almacenamiento de granos para consumo y para semilla. A pesar de las afinidades entre los numerosos grupos indígenas, las construcciones que se desarrollaron para solucionar los problemas de almacenamiento están en continua y variada evolución dando como resultado un sinnúmero de formas de graneros que hoy se usan en las distintas regiones rurales de México (Ramírez, 1980; Hernández, 1985).

El almacenamiento de granos y semillas en las zonas rurales, en la mayoría de los casos, son de características transitorias; las bodegas o trojes rústicos que los agricultores utilizan

<sup>1</sup> Término utilizado en México para designar al espacio donde se cultivan una o más especies

para guardar sus granos, por lo general, no están construidas y adaptadas para conservar material por prolongados periodos, comúnmente lo hacen por un año (Ramírez, 1980). Rodríguez (1992), en un estudio que realizó en 43 comunidades de Yucatán, encontró que las prácticas de almacenamiento comienzan con la construcción de una bodega o troje ventilada, la que se construye cerca de la vivienda, en la parcela o aprovechando las paredes del interior de la casa habitación.

En Xocen, Yucatán los campesinos realizan dos tipos de cosechas, la primera denominada cosecha *chica*, que es cuando el maíz es poco y se consume en corto plazo, entonces la mazorca es cosechada y almacenada sin *holoch* (sin brácteas). En la cosecha *grande* se deja la envoltura que protege a la mazorca durante el almacenamiento. La mayoría de los campesinos almacenan su maíz en una troje (almacén) del solar que se denomina *Ch'uil* (palabra maya) en Xocen y *Kumché* en Yaxcabá. Los campesinos que tienen sus milpas lejos de sus casas, prefieren almacenar el maíz en trojes que construyen en los propios terrenos de cultivo (Terán *et al.*, 1998).

La importancia de los métodos de almacenamiento radica en que cada agricultor requiere conservar las semillas para asegurar su siguiente siembra y preservar la cosecha con el fin de abastecerse de alimentos y en ciertos casos vender un excedente (Rodríguez, 1992). Sin embargo, se tienen pocos estudios relacionados sobre la forma y métodos de almacenamiento, lo que origina un reducido conocimiento de la variedad y la eficiencia de estos sistemas tradicionales de almacenamiento de semillas, así como también de los problemas que se tienen con las plagas que la dañan. El presente trabajo se planteó con el objetivo de conocer los diversos sistemas de almacenamiento y los métodos de control de las plagas que utilizan los agricultores de Yaxcabá, México, para conservar la semilla de maíz.

### ***Materiales y métodos***

El trabajo se realizó en el municipio de Yaxcabá, Yucatán, México, comprendido entre los paralelos 20° 19' Y 20° 49' de latitud norte y meridianos 88° 36' y 88° 56' de longitud oeste; forma parte de la región maicera y dista 118 km al oriente de Mérida la capital del estado de Yucatán. Limita al norte con el municipio de Sudzal y Tunkas, al sur con Peto, al este con Chankóm, al oeste con Sotuta y Cantamayec (CNEM, 1988). La precipitación media anual es de 1024 mm, la temperatura de 26°C y un clima del subtipo AW(x<sup>1</sup>) (i<sup>1</sup>)g (García, 1984).

El trabajo consistió en entrevistas abiertas hechas a los agricultores tradicionales de la comunidad, la que se realizó en las casas o en las parcelas de cultivo (milpa), dependiendo del agricultor y también del lugar en donde se tenía almacenada la semilla de maíz (*Zea mays*). Esto permitió obtener información directa de los materiales utilizados en la construcción de las trojes (graneros) y de los diferentes sistemas de almacenes que manejan para conservar sus semillas, así como la forma, la ubicación, y adicionalmente de cómo controlan las plagas. Además, se obtuvo información del proceso y la frecuencia de selección de la semilla que hacen los agricultores cada ciclo. Para la entrevista se tomó en cuenta a ambos cabezas de familia (mujer y hombre), con excepción de cuando la mujer decía no conocer bien el proceso.

El estudio se realizó de agosto de 2001 a junio de 2002, se entrevistaron a 61 agricultores tradicionales que corresponde al 10% del total de la comunidad. Los datos se analizaron con la ayuda del programa estadístico SPSS, y consistió básicamente de estimaciones descriptivas.

### ***Resultados y discusión***

Con base en los resultados, se observó que todos los agricultores entrevistados de Yaxcabá siembran maíz cada ciclo agrícola, e implica que todos utilizan sus semillas ciclo tras ciclo; es decir, conservan sus recursos genéticos a través del tiempo, con excepción de cuando se pierde la cosecha (Cuadro 1). En las prácticas de selección que realizan los agricultores se involucran una serie de procesos y criterios. Todos hacen una preselección durante la cosecha, que consiste en separar todo el maíz con mazorca chica, picado o dañado, etc., y frecuentemente

destinan la no dañada para el consumo humano e incluyen cierta proporción para alimentar a los animales domésticos. Posteriormente, algunos productores (7%), seleccionan y separan las mazorcas que utilizarán como semilla para siembra, poco después de la cosecha. El 93% de los entrevistados, almacenan todas las mazorcas juntas de donde tomarán para su consumo y otras actividades domésticas, y unos días antes de la siembra del nuevo ciclo realizan la re-selección de las mazorcas de donde obtendrán la semilla. La semilla la obtienen desgranando (separación de granos) la parte central de la mazorca, dejando los extremos sin desgranar, debido a que los granos de ambos extremos son más pequeños que en el centro.

**Cuadro 1.** Diferentes prácticas de selección y almacenamiento que realizan los agricultores con sus semillas de maíz en Yaxcabá.

Variables	Agricultores visitados	Porcentaje que realizan la práctica
Cultivan maíz cada ciclo	61	100
Pre-selección de la semilla	61	100
Seleccionan la semilla:		
- A la cosecha	4	7
- Antes de la siembra	57	93
Almacenan la semilla cada ciclo	61	100
Formas de almacenar la semilla:		
- En mazorcas con <i>holoch</i> <sup>a</sup>	55	87
- En mazorcas sin <i>holoch</i>	8	13

<sup>a</sup>El término regional *holoch* se refiere a las brácteas que cubren la mazorca.

Herrera *et al.* (2002), en un estudio que realizaron en 16 regiones de 15 estados de la República Mexicana, encontraron que existe una clara preferencia de la mayoría de los productores por seleccionar la mazorca para semilla después de la cosecha (77.8%), mientras que otros la realizan antes y después de la cosecha (13.9%) y solamente un 8.3% durante y después de la misma. Esto confirma lo que menciona Rodríguez (1992), respecto a que los mismos agricultores seleccionan su propia semilla para la siembra y además prefieren las variedades criollas, tanto de maíz como de frijol. Gómez *et al.* (2002) encontraron que en Yaxcabá México más del 85% de los agricultores conservan las semillas criollas (locales) de maíz, frijol, calabaza y chile a través de los años, y en baja proporción adquieren semillas mejoradas.

Todos los agricultores tienden a almacenar sus semillas cada ciclo a través de diferentes modalidades; 87% almacenan su semilla como mazorcas de maíz con *holoch* (brácteas) y el 13% sin él. Esta última práctica lo hacen comúnmente con el maíz mejorado ya que no lo almacenan por mucho tiempo. Es decir, los agricultores no almacenan sus semillas de maíz en grano sino que tienen una marcada preferencia por conservarla en mazorca y con sus hojas de cobertura para evitar el ataque de plagas de almacén. Tendencia similar reportó Rodríguez (1992) en Yucatán, el 92% de los productores almacenan en mazorca y solamente el 8% lo hacen en grano.

Los agricultores utilizan diferentes estructuras y contenedores para almacenar sus semillas, las que depende del cultivo. Así, para maíz los agricultores utilizan la troje (almacén); una construcción donde guardan las mazorcas y pueden ser de forma redonda o cuadrada, el piso y las paredes son de madera, su altura varía de acuerdo con la cantidad de mazorcas almacenadas. En Yaxcabá, el 84% de los agricultores construyen la troje o *Kumché* (bodega o almacén en lengua maya), y el restante 16% utiliza otros tipos de contenedores. En cualquiera de los casos, el objetivo es no dejarlo en contacto directo con el suelo o con la finalidad de evitar que los animales domésticos se coman las mazorcas. El techo de las trojes generalmente es de guano (palma, 88%), esto se debe a la disponibilidad de esta palma en las parcelas de los agricultores, y solamente un 12% usan lámina o cobertura de cartón; aunque, esta última es de uso limitado porque tienen que comprarla (Cuadro 2). Los agricultores manejan por separado

la semilla de cada variedad local con el fin de evitar la mezcla (77%), es decir, no almacenan dos variedades en una misma *troje*, por lo que construyen algunas veces más de una *troje* o bien la subdividen para conservar por separado sus materiales (izquierda, Figura 1). Las variedades mejoradas también se separan de las criollas, y generalmente se almacenan en costales (derecha Figura 1), dado que no siembran grandes áreas y también porque son susceptibles a insectos plaga. Las formas de almacenamiento descritas son tradicionales y comunes para preservar las semillas, por periodos cortos, no más de tres años. Los métodos tradicionales locales son económicos ya que aprovechan los recursos naturales disponibles en la zona como son madera, paja, palma, o bien contenedores o recipientes de múltiples materiales (plásticos, lámina, paja, etc), bolsas de algodón, sacos de nylon, ollas de arcilla o alguna otra estructura (Beniya *et al.*, 1999; CONSERVE, 2001; CBDC, 2001).

**Cuadro 2.** Diferentes estructuras que utilizan los agricultores en Yaxcabá, México para almacenar sus semillas.

Materiales	Agricultores visitados	% que utilizan la estructura
Construyen trojes <sup>a</sup>	51	84
Trojes de madera y guano	45	88
Trojes de madera y lámina de cartón	6	12

<sup>a</sup>Ver Figura 1



**Figura 1.** Sistema de almacenamiento de maíz en una misma *troje* (izquierda) y formas de almacenamiento dentro en la casa (derecha).

El lugar donde se almacene la semilla (*trojes*) la elige el agricultor con base en las implicaciones de seguridad, distancia y transporte. Los productores construyen las *trojes* en los terrenos de cultivo (62.1%), esto tiene que ver con la distancia que hay de los sitios de cultivo a sus casas, tal como lo menciona Terán *et al.* (1998) y porque de esa forma evitan problemas con los animales que tienen en sus casas. El 15.2% lo hacen en los solares o huertos caseros (Figura 2), mientras que otros agricultores almacenan las semillas dentro de sus casas, en la cocina y solamente el 1.3% utilizan bodegas sólidas (cemento o concreto), estos últimos son aquellos agricultores que cuentan con medios de transporte (Cuadro 3). Rodríguez (1992) reporta que en Yucatán, el 48% construyen sus *trojes* en el solar, el 29% en la parcela y un 20% de los agricultores aprovechan las paredes de sus casas como almacén. Sin embargo, parece estar relacionado con las condiciones agroclimáticas de la región y las facilidades disponibles; por ejemplo, en Nepal Beniya *et al.* (1999) mencionan que los agricultores colocan los contenedores con sus semillas en lugares secos, separados, en la oscuridad, en construcciones altas (graneros) o bien en sus casas para mantenerlos libres de insectos.



**Figura 2.** Los tipos de trojes que construyen los agricultores en los terrenos de cultivo (izquierda) y en el solar (derecha).

**Cuadro 3.** Ubicación de las trojes y otros lugares de almacenamientos que utilizan los agricultores en Yaxcabá.

Lugares de almacenamiento	Núm. de agricultores	Porcentaje
Ubicación de la troje:		
- milpa	41	62.1
- solar	10	15.2
Otros lugares:		
- Casa	10	15.2
- Cocina	4	6.1
- Bodega	1	1.5

Los agricultores tratan o protegen sus semillas almacenadas de diferentes formas (Cuadro 4), y depende del cultivo. Así para maíz, el 82% de agricultores utilizan cal (hidróxido de calcio) esparcida en el piso de la *troje* antes de colocar las mazorcas, y posteriormente se esparce sobre todas las hileras de mazorcas. Para los agricultores parece claro que el olor penetrante de la cal hace que los insectos se alejen; cabe aclarar que con este método de protección la incidencia promedio de daño por insectos es del 15%. También los agricultores utilizan algún insecticida, pero en muy bajo porcentaje (18%). Adicionalmente, el 52.2% de los agricultores mencionaron que el maíz *Xnuc nal* amarillo es resistente al ataque de los insectos durante el almacenamiento y el segundo más resistente es el *Xnuc nal* blanco el que presentó un incidencia del 17.8%. Las características que les confieren esta resistencia, según los agricultores, son principalmente la buena cobertura (mazorcas cerradas con sus brácteas protectoras) y las brácteas gruesas rígidas.

**Cuadro 4.** Métodos de tratamiento de la semilla que utilizan los agricultores para prevenir el ataque de plagas del almacén.

Método de tratamiento	Totalde productores visitados	% que realizan la práctica
Tratamiento a la semilla	45	73.7
- Cal	37	82
- insecticidas	8	18

### Conclusiones

Los agricultores de Yaxcabá, México, construyen *trojes* (almacenes rústicos), principalmente en los terrenos de cultivo y en menor grado en los solares o huertos familiares, también utilizan las paredes de sus casas como almacén (colgar las mazorcas o hacer una estructura unida a

la pared), además de la cocina -habitación. Por otro lado, el 87% de los agricultores almacenan su semilla de maíz en mazorcas con las brácteas y además mantienen perfectamente separadas sus variedades locales durante este período. La cal (hidróxido de calcio) es el principal método de tratamiento que utilizan para proteger las semillas durante el almacenamiento.

Con base en los resultados de la muestra de estudio, se concluye que los agricultores tienden a realizar una preselección de sus semillas de maíz al momento de la cosecha, y realizan la selección final algunos días antes de la siembra.

### Referencias

- Baniya, B.K., A. Subedi, R.B. Rana, C.L. Paudel, S.P. Khatiwada, D.K. Rijal, and B.R. Sthapit. 1999. Informal rice seed supply and storage systems in mid-hills of Nepal. Pp:79-91 *In*: B. Sthapit, M. Upadhyay and A. Subedi (eds.), *A Scientific Basis of In Situ Conservation of Agrodiversity On-farm: Nepal's contribution to global project. NP Working Paper No. 1/99*. LIBIRD and IPGRI. Nepal.
- Centro Nacional de Estudios Municipales (CNEM). 1988. Los Municipios de Yucatán. Secretaría de Gobernación. México. 548 p.
- Community Biodiversity Development and Conservation (CBDC). 2001. Programme Vietnam Project: A study on the plant genetic diversity and seed supply system of Vietnam. *Technical Report No. 9*. Southeast Asia Regional Institute for Community Education. Quezon City, Philippines.
- Community-Based Native Seeds Research Center (CONSERVE). 2001a. Center Based and Community Based Seedbank. Handbook No.1. Philippines. 55 pp.
- García C., E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. UNAM. México.
- Gómez L., M., L. Latournerie M., J.L. Chávez y L. Arias R. 2001. Intercambio de semillas de maíz, frijol, calabaza y chile entre agricultores de una comunidad de Yucatán. *In*: Resúmenes del XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario, 19-21 Noviembre, 2001. Conkal, México.
- Hernández X., E. 1985. Xolocotzia; Revista de Geografía Agrícola. Tomo 1. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Herrera C., E.B., A. Macías L., R. Díaz R., M. Valadez R. y A. Delgado A. 2002. Uso de semillas criollas y caracteres de mazorca para la selección de semillas de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:17-24.
- Ramírez, G. 1980. Almacenamiento y Conservación de Granos. México. Continental, S.A., México. 300 p.
- Rodríguez R., R. 1992. Manejo de la producción y almacenamiento de granos de la milpa. *In*: D. Zizumbo V., Ch. Rasmussen, L. M. Arias y S. Terán (eds), *La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad*. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, México.
- Terán, S., C. Rasmussen y O. May C. 1998. Las Plantas de la Milpa entre los Mayas. Tun Ben Kin, A.C. Mérida, México. 278 p.

## Mejoramiento de tres razas de maíz para la península de Yucatán bajo retrocruza limitada

*Fidel Márquez Sánchez*

*Centro Regional Universitario de Occidente. Universidad Autónoma Chapingo. Apdo. Postal 2-858. 44281 Guadalajara, Jalisco. México ([cruoc@udgserv.cencar.udg.mx](mailto:cruoc@udgserv.cencar.udg.mx)).*

### **Summary**

**Genetic improvement of maize landraces for the Yucatan peninsula with limited backcrossing.** In Mexico there are some fifty documented maize landraces, of which only four are used for genetic improvement: Chalqueño, in the highest central valley of the country; Tuxpeño, in the Gulf of Mexico lowlands; Celaya, in the lowlands north of the central valleys; and Conico, in the central valleys that lack sufficient rainfall. Many other landraces had high yields in their regions of origin, with outstanding qualities. Adaptations from farmer selection and climate have brought about special characteristics held in high regard by the farmers. However, for high and intermediate agricultural production, some of these traits are inadequate, such as plant height and ear length.

In 1991 a project was initiated by the National Center for Rescue and Improvement of Maize Landraces, at the Universidad Autónoma Chapingo, to cross outstanding landrace varieties with genetically improved maize populations to create varieties with high productivity and locally advantageous adaptations.  $F_1$  crosses pass to  $F_2$  crosses under random mating and later segregate plants (showing the expected genotype) are backcrossed once to the landrace. After one or two generations of this type of mating, populations already may be defined as improved backcrossed varieties, or they may be submitted to additional systems of recurrent selection. Some years ago we conducted a demonstration using thirty-six of these types of populations compared with the original varieties. Yield superiority of the backcrossed populations was over 30%, showing shorter and more vigorous plant types, and with wider adaptability. Three of these varieties—Tuxpeño, Nal-T'el, and Dzit-Bacal—were brought to Yucatan. As a result of a lack of observational care, the varieties tended to produce inferior husks, making them susceptible to attack by insects, birds, and rodents. In order to compensate for this defect, the backcrossed varieties were backcrossed once more to the original varieties. Desirable segregants with good yield and vigor, but with good husking, have been selected. At full-winter season 2001-2002, a new selected population was obtained, and will be sown in the spring-summer 2002 in Yucatan.

**Key words:** Back-cross, maize, races of maize, Yucatan.

### **Generalidades y antecedentes**

En México se tienen 50 razas documentadas de maíz (*Zea mays* L.), la mayor parte se encuentran en las regiones centrales y del sur-sureste. Sin embargo, el aprovechamiento de tal cantidad de germoplasma es muy restringido. Apenas cuatro razas; Chalqueño, Cónico Norteño, Celaya y Tuxpeño, se encuentran en uso intensivo en los programas de mejoramiento genético nacional. Otras razas como Bolita, Vandeño y Comiteco, también están experimentando mejoramiento, aunque en mucho menor grado que las mencionadas. La razón de esto último, es que estas razas, además de tener altos rendimientos, cuentan con vigor más que satisfactorio y una amplia adaptabilidad regional e inclusive nacional. Tuxpeño, por ejemplo, se extiende desde la costa norte del Golfo y da la vuelta por Yucatan y Chiapas cubriendo así la porción sureste del Pacífico.

No sucede así con las otras cuarenta y seis razas criollas. En general, aunque en sus regiones naturales de origen pueden tener características deseables; particularmente en el sureste son de gran altura, y con frecuencia causa acame (caída de plantas) con mermas apreciables. Por otra parte, en las regiones centrales, norcentrales y en las costas secas del pacífico, o sea, en donde la precipitación es baja, las variedades locales son pequeñas, poco rendidoras y de adaptabilidad limitada.

En México, y en instituciones de otros países, nacionales o internacionales, el mejoramiento poblacional se hace tomando como base a una población. Esta puede ser una población criolla como tal o bien un compuesto varietal de variedades seleccionadas por el rendimiento u alguna otra característica. A veces, en México, se hacen híbridos inter-raciales, como los que usan germoplasma de variedades del norte cruzándose con materiales de la raza Celaya o de la raza Tuxpeño, notándose un cierto grado de heterosis entre estos tipos de cruzas.

El mejoramiento que aproveche varias cruzas interraciales prácticamente no existe, si no es en la forma de compuestos varietales en los que pueden concurrir varias razas u otras fuentes de germoplasma de diferentes orígenes. Generalmente lo que se hace es detectar patrones heteróticos en series de cruzas dialélicas, y así escoger grupos de pares de variedades que muestren alta heterosis. Con ellos se pueden comenzar programas de selección recurrente recíproca o bien programas de hibridación interracial.

### ***Trabajos en la Universidad Autónoma Chapingo***

En el Centro Regional Universitario de Occidente (CRUOC), dentro de la Dirección de Centros Regionales Universitarios de la Universidad Autónoma Chapingo, sito en Guadalajara, Jalisco, desde el año 1991 se inició un programa de mejoramiento de las razas criollas regionales. Para el año 2000, se terminó con las 50 razas, estando una decena de ellas ya en la producción de semilla básica o en uso por los campesinos.

El objetivo inicial fue el de acortar la altura de planta, pues las razas del Sureste llegan a alcanzar, en ocasiones, hasta 5 m. La selección masal para este carácter puede ser efectiva, pero toma bastante tiempo, y no cambia esencialmente el contenido alélico de la población. Con las experiencias en Nicaragua, donde se mejoró un maíz blanco del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), que carecía de buena cobertura de mazorca, la cual se incorporó cruzándolo con una variedad criolla de excelente cobertura y enseguida se retrocruzó dos veces hacia el maíz del CIMMYT, se advirtió que tanto en la primera como en la segunda retrocruza se manifestaba una gran cantidad de heterosis. Se suspendió ahí el retrocruzamiento e inició una selección visual para el carácter cobertura.

En 1991, con 10 razas de maíz del Pacífico y del Sureste se inició un programa de mejoramiento bajo el sistema "retrocruza limitada". Cada raza se cruzó con una variedad mejorada de adaptación similar, se llevó de la  $F_1$ , por polinización manual a la  $F_2$  y en esta generación aparecieron ya algunas plantas con el genotipo de la raza del caso, pero más vigorosas y adaptadas a la región de Guadalajara, México, en donde se hacían los trabajos. Con estas plantas se retrocruzó una sola vez hacia la raza, de manera que la progenie resultó con la fórmula  $\frac{3}{4}$  raza +  $\frac{1}{4}$  donante, razón por lo que a las razas así trabajadas se le llamó de "retrocruza limitada".

En una comparación demostrativa en la que se sembraron cinco surcos de cada raza original y cinco surcos contiguos de su contraparte retrocruzada, la superioridad de éstas sobre aquéllas fue del orden del 30%, lo que mostraba la gran heterosis residual que aún se mantenía, y con tipos de plantas más vigorosas, más cortas y con mucho más resistencia al acame. Por otra parte, con los dos juegos de razas, criollas y retrocruzadas, se establecieron dos experimentos, uno en La Barca, Jalisco, en la región en que se obtuvieron las razas retrocruzadas y otro en el Campo Cotaxtla, Veracruz, lugar general de origen de varias de las

10 razas utilizadas. Se obtuvo, de esta experimentación, un promedio del 36% de superioridad de las razas sobre las versiones originales, aunque en una o dos no hubo tal superioridad debido a que se trataba de razas de regiones muy diferentes a las del Golfo.

### ***Trabajos para Yucatán, México***

Las razas retrocruzadas Tuxpeño, Nal-Tel y Dzit- Bacal fueron traídas a Yucatán para el programa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Mérida (CINVESTAV-Mérida). En la segunda siembra, sobre todo Dzit Bacal y Nal-Tel mostraron una adaptación extraordinaria. Sin embargo, las razas mostraban el defecto de carecer de buena cobertura de mazorca que en las regiones tropicales del Sureste es indispensable. Después de hacer en la siguiente siembra una selección visual en la cosecha hacia este carácter, se decidió llevar la semilla al CRUOC para hacer una retrocruza más hacia la raza, recombinarla genéticamente y devolver la semilla, ya con este carácter incorporado, a Yucatán. En esta siembra, que se cosecharía en el mes de mayo de 2002, esperaba cumplir la meta.

Vale la pena añadir que, a pesar del carácter indeseado, los agrónomos del CINVESTAV-Mérida, han estado cruzando las razas con otras regionales como el Nalxoy, y el Ratón retrocruzado de este trabajo. Puede ser que algunas recombinaciones favorables resulten en razas precoces de mejor rendimiento que sus progenitores.

## Advances on the use of maize germplasm under the participatory plant breeding approach

Froylán Rincón-Sánchez<sup>1</sup>, Norma A. Ruiz-Torres<sup>1</sup>, Humberto de León-Castillo<sup>2</sup> and José L. Herrera-Ayala<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria “ Arturo Narro” (UAAAN) (frincon@uaaan.mx).

<sup>2</sup>Instituto Mexicano del Maíz, UAAAN, C.P. 25315, Buenavista, Saltillo, Coah.

### Resumen

**Avances en el aprovechamiento de germoplasma de maíz bajo el enfoque del mejoramiento participativo.** El trabajo de investigación tuvo como objetivos determinar el potencial genético de variedades criollas de maíz y explorar estrategias para su aprovechamiento en un sistema de agricultura tradicional sustentable. El estudio consistió de dos partes: la evaluación de variedades criollas en condiciones de riego y un estudio para su mejoramiento bajo el enfoque participativo. En la primera parte, se estudió el potencial genético de 10 poblaciones criollas con base en su comportamiento en cruzas con tres variedades (probadores). La segunda parte consistió en la evaluación de 182 familias de hermanos completos, obtenidas previamente entre individuos de la población criolla y una población mejorada. El rendimiento de mazorca de las variedades criollas (primer estudio) varió de 1.639 a 10.253 t/ha indicando diferencias genotípicas entre ellas, las cuales fueron separadas con base en la combinación específica con probadores. Se encontró que el rendimiento de las cruzas (segundo estudio) varió de 7.7 a 16.7 t/ha, de estas, el 48 % obtuvieron rendimientos superiores a la población mejorada, alcanzando valores promedio de heterosis de 15.8 %. Con base en el interés del agricultor, se identificaron dos grupos de familias (precoz y tardía), cada uno con 20 familias, usando como criterio su comportamiento agronómico e índices de selección. La recombinación y selección posterior dentro de cada grupo dará origen a dos poblaciones, cada una con 50 % de germoplasma criollo y mejorado, respectivamente. Los resultados preliminares indican que la combinación de germoplasma puede ser una estrategia para el mejoramiento de variedades criollas.

**Palabras clave:** Aptitud de combinación genética, diversidad genética, conservación y uso, heterosis, mejoramiento participativo de cultivos, *Zea mays* L.

### Introduction

In Mexico, approximately 70 % of the area cultivated with maize is mostly planted with native or local populations; these varieties are usually grown in restrictive conditions, therefore they are adapted to variable rainfall, and are tolerant of biotic and abiotic stresses, among other factors. These populations are the only source of genetic resources available for sowing, due to their flexible response to adverse situations. In unfavorable environments, farmers regularly keep two types of maize varieties with early and late maturation times, in order to be able to respond to unpredictable climatic conditions. In this manner, late varieties are planted if rainfall occurs very early in the rainfall season, whereas early varieties are sown if rainfall is delayed. The genetic diversity of maize in any cropping system is determined –among other factors- by the use of local varieties. Conceptually two types of genetic materials are commonly developed, those obtained from preferences (color, flavors, crop type, etc.) and those selected for adaptability to biotic or abiotic microenvironments (Eyzaguirre and Iwanaga, 1996b). In the first case, local varieties are planted in a very small area, basically for consumption; whereas, in the second case, materials are planted in a large area, are widely distributed, and are frequently used for

seed exchange among farmers, within the same community or with other communities. In either case, strategies focused on the conservation and efficient use of the germplasm need to be determined. Exploring and understanding the genetic potential of adapted cultivars on traits of interest may determine and guide further research for a particular environment or crop system, as well as the efficient use of both economic and human resources.

Traditionally, landrace or native cultivars are used to enhance the genetic diversity of populations utilized for genetic improvement. Several researchers have emphasized that the conservation and sustainable utilization of genetic diversity is feasible under traditional agricultural systems (Dempsey, 1996; Louette and Smale, 1996). The conventional concept of *in situ* conservation (FAO, 1989) is the conservation of the variation between species and of the dynamics associated with the environment, and it is usually referred to an ecosystem preserved in its natural habitat. However, genetic diversity contained in the locally adapted varieties within a traditional agroecosystem is not static; it varies from sowing to sowing as a consequence of many factors such as migration, mutation, selection, genetic drift (Falconer and Mackay, 1996), and adaptation to changes and interactions with external factors associated with ecosystem development, as a consequence of the evolutionary process and selection (Harlan, 1992). Louette (1997) and Louette and Smale (1996) indicate that there are other aspects associated with possible changes on the genetic structure in a population, such as the seed exchange between farmers within a community or among different communities, which, depending on the migration index and introgression of foreign germplasm, would contribute to genetic variation in a native population. The same authors concluded that seed exchange between farmers contributes to gradual changes associated with the genetic diversity of local materials, instead of substituting the local materials by the improved or introduced germplasm. Independently of how the changes in genetic diversity of native crops take place, there is a general concern on how to preserve a large amount of genes within a local population, through the promotion and establishment of *in situ* conservation of cultivated species in traditional crop systems.

Participatory plant breeding has been suggested as a potential strategy to enhance local populations and, at the same time, to preserve the genetic diversity inherent to the local material as well as other characteristics of interest, useful in a sustainable traditional system (Eyzaguirre and Iwanaga, 1996a; Louette and Smale, 1998). Germplasm enhancement and improvement of local populations for a sustainable production system can be accomplished through the joint efforts of formal breeders working with farmers in the improvement of their genetic resources within unfavorable environments (Eyzaguirre and Iwanaga, 1996b). Moreover, the efficient use of local materials to meet the needs of a sustainable crop system requires integral and comprehensive participation at different levels (Geilfus, 1998; Voss, 1996). Therefore, it is expected that all parts involved in the development of cultivars for a sustainable crop system, such as plant breeders, decision-making farmers, communities and institutions, will share the commitments and promote direct participation and relationships in order to be successful.

The area of study was located near Saltillo, Coahuila, in northern Mexico. This part of the country is not recognized as an area important for genetic diversity concentration, particularly of cultivated species such as maize (Wellhausen *et al.*, 1951). However, locally adapted varieties of maize are the most important cultivars planted in the area, since they are adapted to very limiting climatic and input conditions, typical of a semiarid region. The objectives of the research were to determine the genetic potential of locally adapted maize populations and to identify strategies for crop improvement in a sustainable and traditional agriculture system using a participatory plant breeding approach.

### **Materials and methods**

This paper includes two parts: first, an evaluation of locally adapted varieties, and second, a study dealing with local crop improvement, using the participatory plant breeding approach. Both studies were initiated with an exploratory work, where eleven local varieties were collected during the summer-autumn of 1997, in eight communities located near Saltillo, Coahuila. Each variety represented a sample of the genetic variety preserved by the farmers.

In the first study, the genetic potential of ten of the eleven populations was assessed with evaluations conducted in 1998 and 1999 using three different populations as testers: VS-221, CAFIME and CPRE, the latter, an experimental population formed with 13 inbred lines, selected on the basis of their combining ability, and developed by the Instituto Mexicano del Maíz, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). The evaluation was carried out in Celaya, Guanajuato in 1998 and 1999, under well-watered conditions; in this paper only the 1999 data are presented.

The second study consisted of an evaluation of a set of 182 full sib families, previously obtained in Tepalcingo, Morelos, from plant to plant crosses between individuals from a locally adapted maize variety (JAGUEY) from Jagüey de Ferniza, Coahuila, and the CPRE population. It is important to point out that the farmers have preserved the JAGUEY variety through mass selection, and that it is frequently planted at other sites as a result of seed exchange with farmers from other communities. Since JAGUEY displays wide adaptation to critical environment conditions as well as early maturity characteristics, it was used to explore strategies for developing novel cultivars via the combination with the improved material CPRE. Field evaluations were conducted during 2001 at three sites: Celaya, Guanajuato (1800 masl) and Derramadero, Coahuila (1650 masl), both under irrigation, and at Jagüey de Ferniza (1950 masl), under rainfall conditions (400 mm). The last site belongs to farmers who are organized as a rural cooperative society for crop production, the "Ejido Jagüey de Ferniza". The farmers' participation in the research work consisted of providing the land for the experiments, contributing their local germplasm, and direct cooperation during the crop season including family selection at harvest. The experiments were organized in a 20 x 10 incomplete block design with two replications. The two parents and two public varieties (VS-221 and CAFIME) were used as checks. Families were classified considering agronomic and morphological traits such as days to anthesis and silking, plant and ear height (m), husk cover (%), stalk and root lodging (%), and ear yield (t/ha) adjusted to a 15 % moisture content. Data were examined using analysis of variance and principal component analysis procedures in SAS (SAS, 1990). Family selection was made at the two irrigated sites; the selection process was enhanced with direct farmer participation at both the irrigated and non-irrigated sites at Coahuila. Heterosis for ear yield was calculated as the difference between the family's performance and the mean of the two parents (Falconer and Mackay, 1996), and data from the two irrigated sites was considered. Besides the phenotypic characterization, a multiple-trait selection was computed using the selection indices methodology (Baker, 1986; Barreto *et al.*, 1991) with emphasis on good husk cover, low stalk and root lodging, and days to flowering (early and late cycles). Because a multiple-trait selection was applied, grain yield was not the only target trait for the final family selection. Principal component analysis (Johnson and Wichern, 1992) was computed to explore the relative association among families, parents, checks, and entries finally selected in the early and late family groups.

### **Results and discussion**

#### **Evaluation of local populations**

The genetic potential of locally adapted maize varieties was assessed during 1998 and 1999 through evaluations *per se*, and evaluations of their combinations with improved varieties used as testers. Data for the 1999 evaluations (Table 1) is presented in this paper.

**Table 1.** Means for ear yield (t/ha) of ten local varieties and their crosses with testers, and heterosis estimates. Celaya, Guanajuato 1999.

Local varieties	<i>per se</i>	Crosses with testers			Heterosis (%) <sup>a</sup>		
		VS-221	CAFIME	CPRE	VS221	CAFIME	CPRE
Chapultepec	4.296	7.257	5.232	6.767	22.7	-13.4	-24.0
Santa Fe	7.522	9.245	7.737	9.154	22.8	1.1	-13.0
Cuauhtémoc (Mixture)	6.595	10.497	7.404	11.457	48.6	3.0	13.9
Cuauhtémoc (White)	7.379	10.077	8.470	8.347	35.1	11.7	-20.1
Garambullo (White)	7.767	8.546	7.053	9.797	11.7	-9.3	-7.9
Garambullo (Mixture)	5.025	9.396	9.264	9.235	49.6	44.7	-0.4
Sabanilla	10.253	11.166	10.245	11.288	25.5	13.6	-5.0
San José	5.715	6.680	5.750	5.536	0.8	-14.8	-42.4
Pinto mosca	1.639	8.311	7.842	7.203	81.2	66.5	-4.9
Galeana	6.234	8.385	8.640	9.550	21.8	23.3	-3.3
Average	6.243	8.956	7.764	8.833	32.0	12.6	-10.7
Mean of testers		7.534	7.783	13.515			

<sup>a</sup> Computed based on the difference between the mid-parent and families performance.

The analysis of variance showed significant differences among varieties ( $P=0.01$ ) and testers ( $P=0.05$ ) for ear yield, indicating a considerable genetic variation within the local varieties and the testers (data not shown). As an indication of genotypic differences, it is important to note that ear yield of local varieties ranged from 1.639 to 10.253 t ha<sup>-1</sup>. Even though there was not a statistical difference for the varieties x testers interaction, which is based on the average yield (data not shown), the average and specific heterosis indicated that varieties could be discriminated by the testers used (Table 1). CAFIME and VS-221 showed an average heterosis of 12.6 and 32.0 % respectively, whereas CPRE had a negative heterosis (-10.7 %). The results obtained for CAFIME and VS-221 are indicative of genetic divergence between the testers and the populations evaluated; the value obtained for CPRE can be attributed to the outstanding performance of the tester (13.515 t ha<sup>-1</sup>), which caused all the heterosis values to be negative, with the exception of Cuauhtemoc (mixture).

Based on the average performance of local populations, their combination with testers, and the yield of specific crosses, CPRE is adding a complementary phenotypic expression to progenies, accounted by dominance and additive-by-additive interaction within the genetic divergence (Lamkey and Edwards, 1999). Data shown in Table 1 indicate that local varieties are efficiently discriminated by considering their specific combination with testers. Genetic differences among local varieties are also shown in Table 1, indicating the relative magnitude of the genetic divergence concentrated by farmers in a small area.

Based on these results, and the specific combinations with local varieties, two approaches may be defined: CPRE can be a good choice to introduce genes to a local material, and to exploit its combining ability to develop new varieties adapted to limiting rainfall conditions and low inputs (fertilizers and pesticides, generally), characteristics of traditional cropping systems. In the case of combinations with CPRE, the absence of heterosis suggests that a recurrent selection methodology can be utilized for developing new cultivars (Hallauer and Miranda, 1988), assuming that randomly mating the  $F_1$  reduces heterosis by 50 % (Lamkey and Edwards, 1999). On the other hand, for those local materials where heterosis is positive and relatively high when combined with varieties like VS221, a reciprocal recurrent selection methodology may be used. The results suggest that genetic diversity studies need to be carried out prior to establishment of a participatory crop improvement program.

### **Participatory crop improvement**

Average ear yields for each environment were 13.386, 11.153 and 9.148 t/ha for Celaya, Derramadero and Jaguey, respectively (Table 2). Since the Jaguey experiment was sown under rainfall conditions, there were inconsistencies on family yield estimates and lack of correlation across environments between ear yield and days-to-flowering or moisture content, among other traits. Analyzing the days-to-flowering per environment, the average anthesis-silking interval (ASI) was 2, 4 and 7 for Celaya, Derramadero and Jaguey, respectively, while the ASI maximum values were 5, 8 and 17 for Celaya, Derramadero and Jaguey, respectively. Considering the ASI and ear yield performance, the two irrigated environments were utilized for analysis and selection among families.

The combined analysis of variance showed significant differences ( $P=0.01$ ) among families and for the families x environments interaction for all traits evaluated, except plant and ear height. The two environments were statistically different ( $P=0.01$ ) for days-to-flowering, ear height and stalk lodging; significantly different ( $P=0.05$ ) for plant height and ear lodging; and statistically similar for yield performance (Data not shown). Yield performance of the best 15 families across environments is presented in Table 2.

Data on Table 2 shows how families interact with the environment, as indicated by their position (C) in each environment. None of the best 15 families showed yield stability across all environments. Two families (14 and 27) performed well at Jaguey and Derramadero sites (rain-fed and irrigated, respectively); family 49 performed well at the Jaguey and Celaya sites. These two examples clearly demonstrate a lack of correlation among the evaluation environments, and also express the genotype x environment interaction including the two irrigated sites (Derramadero and Celaya). Looking at the performance of parents (Jaguey and CPRE) and checks, the pattern indicates an increase in yield from the non-irrigated to the best environment (Celaya); the same pattern was observed for the average yield by site. Using the mean standard error as an indicator of reliability shows that the value in Jaguey de Ferniza was almost twice the value at Derramadero, and that the value obtained at Derramadero was very similar to that of Celaya. The genotype by environment (GxE) interaction (Table 2) indicates that those families that performed well under most favorable environments do not necessarily perform well under poor environments, and vice versa. The significant GxE interaction suggests that strategies for selection and adaptation within a population for a particular environment need to be identified, as pointed out by Ceccarelli *et al.* (1996), who reported similar results.

It is important to point out that because traits like husk cover and lodging percentage showed undesirably high values, they were considered on the multiple-trait selection. In addition to the phenotypic characterization, the selection index approach assisted in defining two family groups (early and late selection), each with 20 families; their average values are indicated in Table 3, with reference to the population mean.

The two family groups were defined according to the farmers' interest in managing two types of cultivars with different growing cycles and adapted to rainfall conditions. Farmers enhanced and contributed to the selection process in both the non-irrigated and irrigated environments at Coahuila (Jaguey and Derramadero); their selection was then combined with phenotypic and multiple-trait selection to make the final selection of families. During selection, special attention was given to the unfavorable environment, because it is for those conditions that improvement of the local population is desired.

**Table 2.** Mean yield performance of 15 families, parents and checks evaluated in three environments in Mexico, 2001.

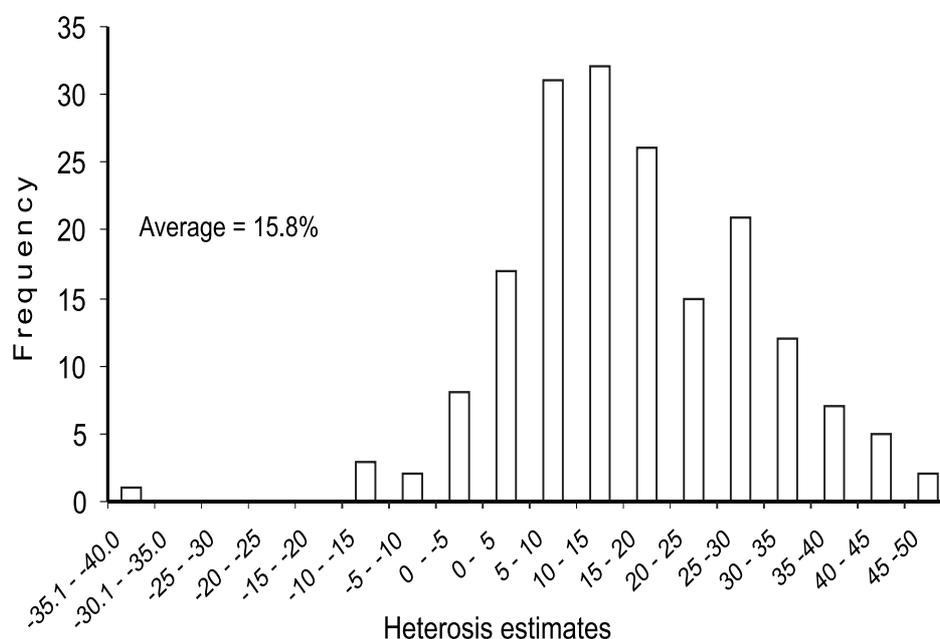
Entries	Average	C <sup>a</sup>	Celaya, Gto.	C	Derramadero, Coah.	C	Jaguey de Ferniza Coah.	C
Families								
27	15.503 <sup>b</sup>	3	15.400	23	14.961*	7	16.793*	2
99	15.457 <sup>b</sup>	4	14.738	38	16.895*	1		
25	15.435 <sup>b</sup>	5	19.511*	3	11.360	86		
46	15.160	6	15.539	22	12.882	33	16.679*	3
14	15.152	7	14.879	36	15.576*	4	15.275*	6
49	15.109 <sup>b</sup>	8	16.208*	12	13.324	20	16.481*	5
126	14.696	10	16.423*	11	12.958	29	14.719	9
82	14.379	11	14.480	51	14.539*	10	13.855	13
68	14.237	12	13.164	102	15.942*	2	12.970	23
21	14.138	14	16.706*	9	13.309	21	10.663	52
43	13.935	15	14.401	52	13.603	16	13.668	14
129	13.906	16	14.624	44	13.187	24		
34	13.628 <sup>b</sup>	18	14.904	34	12.934	30	12.464	31
55	13.596	19	14.598	46	12.865	34	13.056	20
92	13.561	20	14.958	30	11.666	74	12.662	27
Parents								
CPRE	10.547	147	14.552	48	10.070	142	5.843	136
Jaguey	8.459	194	9.075	195	8.479	184	5.920	135
Checks								
CAFIME	9.926	174	12.286	141	8.650	182	5.591	141
VS221	9.592	183	10.540	189	8.887	175	8.621	92
Mean	11.605		13.386		11.153		9.148	
Se	<b>1.107</b>		<b>1.218</b>		<b>1.677</b>		<b>2.985</b>	

<sup>a</sup>Classification based on yield performance; <sup>b</sup> Selected families; Se = Mean standard error; \*, Greater than  $\mu + 2Se$ .

**Table 3.** Mean phenotypic expression of the best 13 families evaluated at two irrigated environments. Mexico, 2001.

Entries	Days to anthesis (d)	Plant height (m)	Ear height (m)	Husk cover (%)	Root lodging (%)	Stalk lodging (%)	Ear yield (t ha <sup>-1</sup> )
Families							
99 <sup>a</sup>	76	2.19	1.43	22.4	23.1	0.00	15.457
25 <sup>a</sup>	82	2.26	1.20	0.00	18.9	0.00	15.435
22 <sup>a</sup>	80	2.57	1.42	20.3	6.3	15.9	15.211
27 <sup>a</sup>	80	2.53	1.61	18.9	18.5	7.20	15.180
14	74	2.36	1.37	17.3	27.0	6.10	15.111
21	76	2.28	1.37	42.3	32.2	23.8	15.007
49 <sup>a</sup>	77	2.40	1.32	14.5	20.2	6.10	14.766
126	77	2.28	1.16	31.2	16.7	13.2	14.690
134 <sup>a</sup>	77	2.40	1.30	26.9	20.7	7.5	14.658
46	75	2.43	1.47	34.3	30.2	15.7	14.653
68	75	2.06	1.32	39.8	17.0	6.10	14.553
128	77	2.43	1.43	34.4	47.2	3.3	14.519
82	77	2.21	1.19	36.1	25.7	10.3	14.510
Mean	76	2.22	1.23	28.4	17.3	11.3	12.269
Early selection <sup>b</sup>	74	2.20	1.22	20.0	11.0	6.8	12.374
Late selection <sup>b</sup>	80	2.36	1.33	14.7	14.4	7.3	14.793

Ear yields of the crosses over the two irrigated environments varied from 7.7 to 16.7 t/ ha. Nearly half of the crosses showed higher yields than the improved population, reaching heterosis values up to 47%, with an average of 15.8%. A frequency distribution of heterosis estimates is shown in Figure 1.

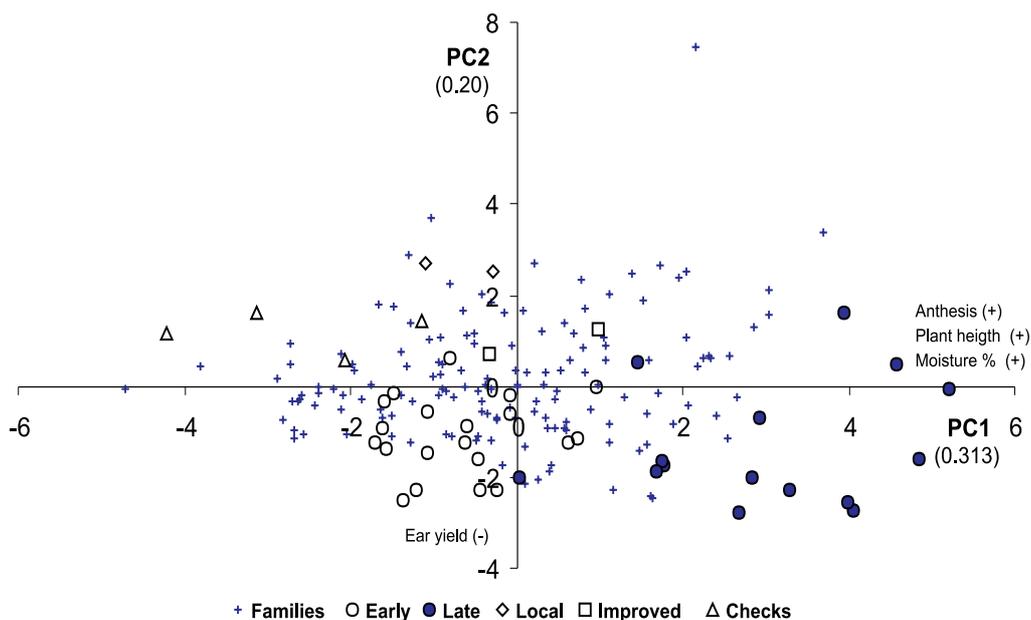


**Figure 1.** Frequency distribution of heterosis estimates for 182 crosses between individuals of a local variety of maize and an improved population.

The heterosis values ranged from  $-36.7\%$  to  $47.0\%$ , demonstrating the genetic diversity sampled from the local population through plant-to-plant crosses (Figure 1), and indicating that heterosis is specific to a particular cross (Lamkey and Edwards, 1999). The wide range for heterosis and its average ( $15.8\%$ ) suggest that additive genetic effects are mostly contributing to the crosses between individuals from the locally adapted and the improved populations. Recombination of selected families and further selection within each group of crosses (early and late) will produce two populations with 50% adapted and 50% improved germplasm, an approach that can be used as a strategy to develop varieties with a broad genetic base adapted to limited rainfall conditions.

Modern plant breeding programs are responsible for changing the genetic structure of populations by the fixation of favorable alleles. A combination of both local and introduced germplasm (50% each) would preserve the genetic constitution of local material and would incorporate favorable alleles from the improved population. The latter may play an important role, because the improved population is selected based on its genetic combining ability in crosses with local materials, and its constitution *per se*. The 50% germplasm combination (local and improved, respectively) corresponds to the initial approach, as a strategy to manage and use local genetic diversity; however, in order to study a possible expression of undesirable traits, a backcross to both parents needs to be carried out. Evaluation of different germplasm proportions will identify the best combination, and should consider the evaluation of traits of interest to farmers.

A principal components analysis (PCA) was computed using the correlation matrix obtained from the agronomic traits over the two irrigated environments (Figure 2).



**Figure 2.** Scatter plot of the first two principal component scores showing the dispersion of families, parents (local and improved), checks and selected families (early and late), evaluated at two irrigated environments.

The relative dispersion among the evaluated entries represents only 51.3% of the total variability corresponding to the original traits, and is the sum of the first two principal component scores (31.3% and 20.0% for PC1 and PC2, respectively). Even though the proportion of the variation explained is not high, these two PC scores are the most important for analyzing the relative variation among all evaluated entries.

Figure 2 shows that all entries can be discriminated based on days-to-flowering, plant height, and moisture content (PC1) and ear yield (PC2). Phenotypic characteristics of both the late and early selection groups (Table 3) also are shown in Figure 2, as well as their relationship with the local and improved populations, the checks, and the non-selected families.

## References

- Baker, R. J. 1986. Selection indices in plant breeding. CRC Press, Inc. USA. 218 p.
- Barreto, H. J., J. A. Bolaños y H. S. Cordova. 1991. Programa Índice de Selección. Guía para la operación del Software. CIMMYT. México, D. F. 27 p.
- Ceccarelli S., S. Grando, and R. H. Booth. 1996. International breeding programmes and resource-poor farmers: Crop improvement in difficult environments. Pp:99-116 *In: Eyzaguirre, P. and M. Iwanaga (eds.), Participatory plant breeding. Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, 26-29 July 1995. Wageningen, The Netherlands. IPGRI, Rome, Italy.*
- Dempsey, G. J. 1996. *In situ* conservation of crops and their relatives: A review of current status and prospects for wheat and maize. *NRG Paper 96-08*. México, D.F. CIMMYT. 33 p.
- Eyzaguirre, P. and M. Iwanaga (eds.). 1996a. Participatory plant breeding. Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, 26-29 July 1995. Wageningen, The Netherlands. IPGRI, Rome, Italy. 164 p.
- Eyzaguirre, P. and M. Iwanaga. 1996b. Farmer's contribution to maintaining genetic diversity in crops, and its role within the total genetic resources system. Pp:9-18 *In: P. Eyzaguirre, and M. Iwanaga (eds.), Participatory plant breeding. Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, 26-29 July 1995. Wageningen, The Netherlands. IPGRI, Rome, Italy.*
- Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longman Group. England. 464 p.

- FAO. 1989. Plant genetic resources: Their conservation *in situ* for human use. Rome, Italy. 38 p.
- Geilfus, F. 1998. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. IICA-GTZ, San Salvador, El Salvador. 208 p.
- Hallauer, A. R., and J. B. Miranda. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press. Ames. USA. 468 p.
- Harlan, J. 1992. Crops and man. Second edition. ASA-CSSA, Madison, WI. USA. 284 p.
- Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 1992. Applied multivariate statistical analysis. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA. 642 p.
- Lamkey, K. R. and J. W. Edwards. 1999. Quantitative genetics of heterosis. Pp:31-48 *In*: J. G. Coors, and S. Pandey (eds.), Genetics and exploitation of heterosis in crops. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. USA.
- Louette, D. 1997. Seed exchange among farmers and gene flow among maize varieties in traditional agricultural systems. Pp: 56-66 *In*: Serratos, J.A., M.C. Willcox and F. Castillo (eds.), Gene Flow Among Maize Landraces, Improved Maize Varieties, and Teosinte: Implications for transgenic maize. Proceedings of a forum. CIMMYT. México. D.F.
- Louette, D. and M. Smale. 1996. Genetic diversity and maize seed management in a traditional Mexican community: Implications for *in situ* conservation of maize. CIMMYT. *NRG Paper*. 96-03. México, D.F. 22 p.
- Louette, D. and M. Smale. 1998. Farmer's seed selection practices and maize variety characteristics in a traditionally-based Mexican community. *Economics working paper No. 98-04*. CIMMYT. México, D.F. 33 p.
- SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Vol. 1 and 2. Cary, N.C.: SAS Institute, Inc. USA. 1686 p.
- Voss, J. 1996. Participatory breeding and IDRC's biodiversity programme. Pp: 3-8 *In*: P. Eyzaguirre, and M. Iwanaga (eds.), Participatory plant breeding. Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, 26-29 July 1995. Wageningen, The Netherlands. IPGRI, Rome, Italy.
- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts y E. Hernández X. en colaboración con P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. *Folleto Técnico No. 5*, O.E. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México. 237p.

## Beneficios potenciales del mejoramiento participativo de maíz en el sistema roza-tumba-quema de Yucatán, México

José Luis Chávez-Servia<sup>1</sup>, Jaime Canul-Ku<sup>2</sup>, Luis A. Burgos-May<sup>2</sup> y Fidel Márquez-Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI-Américas), c/o CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia ([j.l.chavez@cgiar.org](mailto:j.l.chavez@cgiar.org)).

<sup>2</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-IPN Unidad Mérida.

<sup>3</sup>Centro Regional Universitario del Occidente de la Universidad Autónoma Chapingo.

### Summary

**Potential benefits of participatory plant breeding of maize in the slash-and-burn farming system of Yucatan, Mexico.** A diversity of research activities have been carried out in the north-central Yucatan Peninsula, Mexico, from 1999 to 2002. Such activities have been focused on the identification of outstanding germplasm and implementation of participatory breeding techniques, with the objective of increasing regional production and/or adding specific traits to the landraces preserved by farming communities. As a starting point, documentation of local systems of seed selection was undertaken, and is ongoing. The next step consisted of a characterization and preliminary evaluation of 182 maize samples from the Yaxcaba region (4 municipalities of Yucatan) that was done as an independent trial. Twenty-eight samples were selected to represent the four principal maize racial groups present in the region. These were evaluated under two local conditions of soils and two sowing dates. In addition, 3 and 8 backcrosses between local germplasm and improved material were made at different times, using the improved materials as a donor. With the collaboration of a farmer from Yaxcaba, a visual mass selection was initialized with a maize population of interest to him. In the traditional improvement method, the critical point in farmers' seed selection was the choosing of ears from the previous or current crop harvest. The estimated quantity of seed needed for the next crop cycle is 7.1% of the total volume of grain production. In general, regional production averages less than 1 tn/ha with population densities of less than 30,000 plants/ha. Agronomically, use of the best local samples could increase grain production between 10% and 20% in the Yaxcaba region. Visual mass selection in its four-selection cycle has remained a very simple agricultural practice, with genetic gains of 6% per selection cycle. The backcrossing technique is dependent on the breeder; however, farmers have great enthusiasm for the technique.

**Key words:** Evaluation, limited backcrossing, maize, mass selection, plant breeding.

### Introducción

La diversidad preservada por los agricultores ha sido la base fundamental del mejoramiento de los cultivos, tanto en México como en otros países. Aunque los agricultores son los dueños de la diversidad en primera instancia, son los últimos en beneficiarse. Los agricultores de la región de Yucatán, México basan su producción en los sistemas agrícolas tradicionales de cultivo, aproximadamente el 90% lo hacen mediante la utilización de semillas locales o variedades mejoradas antiguas las que fueron liberadas dos o tres décadas atrás (Márquez, 1992).

El mejoramiento de maíz en Yucatán tiene gran historia pero con pocos productos finales, variedades mejoradas. Márquez (1992) hace una revisión rápida, desde 1956 hasta 1990, del mejoramiento de maíz en la región y puntualiza que en todo ese tiempo, sólo se liberaron para la región no más de cinco variedades mejoradas (V-528, V-530, V-532, V-533, y V-534), pero todas ellas para suelos mecanizados o poco pedregosos. Es decir, no se obtuvieron variedades para las condiciones marginales de alta pedregosidad y estacionalidad del período de lluvias. En las variedades liberadas se utilizaron como fuentes de germoplasma a las variedades criollas

de los tipos “*Xmejen nal*” (ciclo intermedio) y “*Xnuc nal*” (tardío) de Yucatán, germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El maíz es el único componente de la milpa<sup>1</sup> yucateca que ha sido sometido a mejoramiento genético dejando de lado a los cultivos de calabaza, y frijol. El chile, aunque es un componente de la milpa, no se encuentra asociado directamente con los otros cultivos.

Las metodologías utilizadas para la obtención de las cinco variedades recomendadas para Yucatán fueron: (1) la selección masal, (2) selección recurrente en esa época (1970-80) conocida como selección cíclica, y (3) la selección de hermanos completos y medios hermanos. Con estos métodos se obtuvieron las llamadas “variedades experimentales” (VEX), Márquez (1992). Otro método propuesto es la aplicación de la selección masal dentro de “matas” (seleccionar una de cada cuatro plantas por mata, 25%) y la retrocruza limitada, pero hasta ahora no se han generado, en Yucatán, materiales con estos métodos (Márquez, 1979; Márquez, 1990). El mejoramiento participativo (FMP) de maíz en México y en especial en Yucatán es incipiente y con adecuaciones tan variadas de acuerdo a la región objetivo, a los agricultores involucrados, a las condiciones agroecológicas y a razas locales de maíz (Blanco, 1998; Aragón *et al.*, 2000; Aguirre y Bellon, 2000; Bellon, 2000; Castillo *et al.*, 2000; Chávez *et al.*, 2000; Cleveland *et al.*, 2000; Dzib, 2000; García *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2000).

En el FMP la participación del agricultor tiene lugar en algunas de las etapas o bien en todo el proceso de mejoramiento; la que depende del tipo y forma de colaboración establecida previamente entre el agricultor y el mejorador. Las bases del FMP se establecen en los métodos de investigación participativa (del enfoque llamado en inglés *Participatory Rural Appraisal*, PRA), los que enfatizan sobre el uso del conocimiento local para cualquier situación de investigación. Esta metodología se inició a finales de los 70 y principios de los 80 pero fueron compiladas, publicadas y difundidas hasta los 90 (Chambers, 1994). El punto clave de los enfoques del FMP, radicó en que los sistemas institucionales dejaron de lado la participación de los agricultores, quienes son los principales concedores del material local y usuarios del material mejorado.

Las razas mexicanas de maíz “Nal-tel”, “Dzit-bacal” y “Tuxpeño” (*Xnuc nal*, versión local de la península de Yucatán) son ampliamente conocidas y siguen presentando gran variabilidad en el estado de Yucatán. Sin embargo, hasta el momento ningún mejorador ha puesto atención en las razas Nal-tel y Dzit-bacal para obtener una variedad mejorada o utilizarlas como fuente de caracteres, entre ellos la precocidad de la primera y alto rendimiento en la segunda. A pesar de ello, siguen sembrándose dentro del sistema roza-tumba-quema y usualmente bajo asociación con los cultivos de calabaza y frijol. El mejoramiento del maíz en Yucatán ha dado resultados limitados debido entre otras causas a la gran variabilidad de factores del agro-ecosistema y al limitado número de programas de mejoramiento para las condiciones restrictivas (Márquez, 1992; Chávez *et al.*, 2000). Se han tenido avances teóricos para evaluar la competencia entre dos o más cultivos pero poca experiencia y desarrollos teóricos para el mejoramiento conjunto de cultivos asociados.

A pesar de las restricciones tecnológicas y los limitados recursos de inversión, la siembra de las variedades locales, ciclo tras ciclo, por los agricultores mayas Yucataneses, les ha permitido generar el alimento para sus familias. La selección conciente que hacen los agricultores al escoger su semilla para la siembra ha generado la combinación genética de caracteres favorables en sus variedades locales, y al repetirlo por décadas han conferido adaptabilidad local o geográfica a sus materiales a pesar de las fuertes presiones ambientales. Es indudable el reconocimiento que hacen los fitomejoradores, sobre la potencialidad del germoplasma preservado *in situ* desde los antiguos mayas.

---

<sup>1</sup> Terreno de cultivo donde se siembra una o más especies

Con estos antecedentes, en este escrito, y con base en las experiencias de evaluación de germoplasma local, selección masal *in situ*, y mejoramiento por retrocruza limitada en la región de Yaxcabá, México, se analizaron los beneficios potenciales del FMP y la factibilidad de incrementar la producción de maíz en Yucatán, México.

### **Métodos de mejoramiento explorados**

Se presentan las experiencias de los trabajos sobre mejoramiento de maíz desde 1999 al 2002 en la región de Yaxcabá, Yucatán, México, bajo un esquema de participación en campo de los agricultores. La región maicera bajo estudio se encuentra situada en la porción centro-norte de la Península de Yucatán y forma parte del centro Mesoamericano de diversidad; el clima es cálido sub-húmedo con lluvias en verano de cerca de 1000 mm de precipitación anual, interrumpida en agosto por una breve sequía intraestival. Los suelos son calizos, altamente pedregosos con ligeras planicies llamadas localmente como “*Kankabales*” y abundantes altillos pedregosos (*tsekeles*, en maya). La altitud general de la zona está entre 20 y 25 metros sobre el nivel del mar. El análisis de los resultados están basados en cuatro fuentes de información; 1) documentación del mejoramiento tradicional, 2) caracterización y evaluación agronómica del germoplasma regional de Yaxcabá, 3) las experiencias del mejoramiento por retrocruza limitada, y 4) los avances en la implementación del método de selección masal visual.

*Documentación del mejoramiento tradicional.* Esta fase se desarrolló mediante entrevistas informales y observación directa y participante de las actividades de los productores (estudio etnobotánico), tanto en la región de Yaxcabá como municipios cercanos. Se hizo un registro de las principales actividades y procedimientos para la selección de la semilla por los productores y posteriormente fueron estimadas las diferentes presiones de selección que utilizan los agricultores de Yaxcabá, Yucatán. Se incluyen tamaños de muestras y principales caracteres que utilizan los agricultores para hacer la selección de su semilla de siembra.

Se realizaron evaluaciones del número de plantas por el método de cuadros (5 m x 5 m) para obtener estimaciones de las densidades de población de maíz que manejan los agricultores mayas en sus diferentes parcelas de cultivo (suelos ligeramente profundos “*kan kab*” o suelos pedregosos, “*tzekeles*”), la proporción de mazorcas seleccionadas (en volumen), el número de matas por planta y una estimación del rendimiento promedio (Graefe, 2001). Además, se incluyen los criterios generales que utilizan los agricultores para elegir la semilla de su siguiente ciclo de siembra.

*Caracterización y evaluación de colectas regionales y peninsulares.* En 1999-2000 se realizó una caracterización y evaluación preliminar de 182 poblaciones regionales de maíz de Yucatán constituidas por material colectado en los municipios de Yaxcabá, Cantamayec, Dzitas y Opichen (región de Yaxcabá, México). En el trabajo se utilizaron los testigos mejorados H-515, H-512, Tuxpeño Norteño (UACH)<sup>2</sup>, ratón (UACH), V-524, V-535, V-528, una cruz a proveniente del CIMMYT (108\*321), y un grupo de 10 colectas comunes. Durante la cosecha y evaluación de características agronómicas un grupo de agricultores fue calificando a cada uno de las poblaciones en cinco categorías (desde 1, buenos a 5, pésimos) de acuerdo a las características de la mazorca a la cosecha (sanidad, tamaño, hileras definidas y buena cobertura de mazorca, entre otros).

Con los resultados de la evaluación preliminar se formó un conjunto de poblaciones agronómicamente “sobresalientes” con base en los criterios de los agricultores y la estimación del rendimiento de grano. Posteriormente, el conjunto de 28 poblaciones sobresalientes de la

<sup>2</sup> Origen: Universidad Autónoma Chapingo, México

región de Yaxcabá, fueron evaluadas agrónomicamente durante el año 2000. En este caso se utilizaron dos micronichos de evaluación, uno con suelo ligeramente profundo “*Kankab*” y otro altamente pedregoso “*Tzeke*”, y bajo dos fechas de siembra.

*Mejoramiento por retrocruza limitada.* Con base en la metodología propuesta por Márquez (1990) se condujo la experiencia aquí descrita. El método general se basa en la incorporación de caracteres mediante la retrocruza hacia el material local y utilizando como donadores, en el cruzamiento inicial, el progenitor que posee el carácter a incorporar, (mayores detalles véase Chávez *et al.*, 2000). El material genético local utilizado estuvo constituido por cuatro poblaciones de maíz de la comunidad de Yaxcabá, Yucatán. Los materiales como donadores estuvieron constituidos por variedades comerciales y una raza Mesoamericana de maíz. En este trabajo se presentan las observaciones de dos generaciones de retrocruzamientos.

*Selección masal visual in situ.* Después de una revisión detallada de la caracterización de las 182 poblaciones de maíz colectadas durante 1998-99, y caracterizadas y evaluadas en 1999-2000 en la región de Yaxcabá, Yucatán, 28 poblaciones fueron las más sobresalientes en sanidad, tamaño, número de hileras y buena cobertura de la mazorca, y representantes de la diversidad local. Una de estas poblaciones fue seleccionada y sembrada por uno de los agricultores, y posteriormente en común acuerdo se le ha aplicando, hasta el 2002, cuatro ciclos de selección masal visual estratificada, adaptando la metodología descrita por Molina (1990). La modalidad de la técnica en su primer ciclo fue una práctica muy elemental ajustándose la selección de mazorcas de acuerdo a los criterios e inquietudes del agricultor, y poco a poco se fueron realizando las adecuaciones necesarias para establecer las restricciones mínimas de la metodología. El ajuste más importante de la técnica se realizó en el último ciclo de selección (SM-C<sub>4</sub>) cuando el productor mostró mayor interés por ciertos progresos visuales en su material sembrado. En el año 2001, se hizo una evaluación agronómica de las poblaciones seleccionadas con el objetivo de tener una estimación de la respuesta a la selección. No obstante que en el año de la evaluación hubo una sequía intraestival y sólo se estableció en un ambiente, se cumplió el objetivo.

## **Experiencias y resultados**

### **Descripción del sistema tradicional de selección**

El proceso de selección de maíz que sigue un agricultor año con año para obtener su semilla, tiene como base el conocimiento cultural hereditario de sus ancestros y las prácticas de prueba y error que él experimenta. En la región de Yaxcabá, Yucatán es común que el agricultor seleccione su semilla de maíz “*I’nah*” en dos etapas; 1) al momento de la cosecha se escogen las mazorcas que reúnen las características de su preferencia junto con las brácteas que la cubren. La selección la hacen al tacto para verificar llenado y cobertura de la mazorca, y además que presente las mayores longitudes. Al momento de realizar esta actividad se observó cierto “sesgo” debido a que los productores comúnmente orientaron la selección hacia los lugares donde visualmente estaban las mejores expresiones fenotípicas de la planta y que regularmente correspondían a los lugares de mayor fertilidad y/o profundidad del suelo. 2) La segunda presión de selección se realiza en días previos a su siguiente siembra y consistió en “la limpieza y desgrane” de las mazorcas previamente seleccionadas. Al momento de desgranar (separar los granos del raquis de la mazorca), sólo se incluyen mazorcas sin daño por plagas o enfermedades y eliminando los granos de la base y ápice de la mazorca. En este proceso de selección de mazorcas, limpieza y desgrane, los agricultores ejercen diferentes presiones de selección sobre las poblaciones cultivadas, y de agricultor a agricultor se presentan diversas variaciones de acuerdo al material y superficie a sembrar en su próximo ciclo (Cuadro 1). Aquí

debe hacerse notar que a diferencia de otras regiones de México, la principal selección se hace en campo y no en el almacén como lo reporta Aguirre et al. (2000) para el estado de Guanajuato.

**Cuadro 1.** Estimación de los tamaños promedios de muestras seleccionadas por los agricultores para las siguientes siembras de maíz en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán. 1999-2000.

Variedad local o mejorada de origen	Ciclo <sup>a</sup> (meses)	Superficie (mecates <sup>b</sup> )	Al nal <sup>c</sup> (sacos <sup>d</sup> )	l'nal <sup>e</sup> (sacos)	Total cosechado (sacos)	Semilla final l'nal (kg)	Presión selección (%)
<i>Nal-xoy</i>	3	15	8	10	18	20	11.1
V-536	3.5	52	34.5	15	49.5	40	8.1
<i>Xmejen nal</i> – Amarillo	2.5	2	4	1	5	2.5	5
<i>Xmejen nal</i> – Amarillo	2	8	10	0.5	10.5	3	2.1
<i>Xmejen nal</i> – Blanco	2.5	7	15	0.5	15.5	3	1.4
<i>Xnuc nal</i>	4	50	20	10	30	20	6.7
<i>Xnuc nal</i> – Amarillo	4	200	25	10	35	50	14.3
Total		337	118.5	48	166.5	131.9	7.1% (prom.)

<sup>a</sup> Ciclo estimado desde la siembra hasta alcanzar el estado masoso-lechoso del grano.

<sup>b</sup> Unidad de superficie local (1 mecate = 20 m x 20 m = 400 m<sup>2</sup>).

<sup>c</sup> Palabra maya para referirse a la mazorca que es cosechada pero que se elimina la cobertura y es utilizada para el consumo inmediato.

<sup>d</sup> Un saco equivale a 20 kg de peso en mazorca.

<sup>e</sup> Palabra maya utilizada para distinguir a las mazorcas cosechadas con cobertura que serán destinadas para seleccionar la semilla.

Las observaciones de campo indican que cada agricultor tiene diferentes criterios para escoger la semilla de su variedad; en el Cuadro 1, se presentan diferentes poblaciones seleccionadas y se observa una diferencia en las presiones de selección. Por ejemplo, en las poblaciones de *Nal-xoy* y V-536 (mejorada pero con algunos años con el agricultor) tienen en promedio un 9.6%, en *Xmejen-nal* fue de 4.2% y *Xnuc-nal* del 10.5%, estas últimas son las que ocupan mayor superficie sembrada en la región. Deben señalarse también, que estas estimaciones son bastante variables pues en ciertos casos, si la necesidad de alimentos es alta, se consume la proporción de maíz que en principio se destinó para semilla.

El promedio general en la presión de selección fue 7.1%, este porcentaje parecería bajo pero similar a lo que se emplea en un esquema de selección masal (Martínez *et al.*, 2000), a pesar de ello es el principal criterio a tomar en cuenta cuando se quiere establecer una estrategia de mejoramiento participativo. El “mecate” (=400 m<sup>2</sup>) es la unidad de superficie regional utilizada por los agricultores de Yucatán; por tanto, en esos múltiplos de unidad se realiza la selección por el agricultor, las estimaciones de las cantidades de semilla que necesita en su siguiente ciclo, y la estimación de su rendimiento.

Como resultado de la observación directa y el acompañamiento de los agricultores, se puede argumentar que los criterios utilizados por cada agricultor, para seleccionar las mazorcas de maíz, pueden variar de comunidad a comunidad. Aun así, los más generalizados son:

1. En campo:

- Mazorcas grandes en longitud
- Mazorcas medianas pero de buen peso “mazorcas gordas”.
- Excelente cobertura

2. Selección final en el *kunche* (troje o almacén):

- Hileras “derechas” o bien definidas
- Granos sin daño por gorgojo (*Carpophilus lugobris*)
- Eliminación de ambas puntas de la mazorca (base y ápice)

Desde el punto de vista del mejoramiento genético, las densidades de población que maneja el agricultor son importantes para formular conjuntamente las más adecuadas estrategias de selección participativa de la semilla. En los municipios de Yaxcabá, Tekax y Peto, México, las densidades promedio por hectárea estimadas fueron cercanas a las 25,000 plantas con un rendimiento promedio de 934 Kg. Con base en la prueba de "t", se estimó una diferencia significativa (DMS=3,814; densidad de plantas) entre las parcelas de suelo plano medianamente profundo (*Kan kab*) y las de suelos pedregosos superficiales (*Tze-keI*),  $t=2.48$  y  $\alpha=0.05$ . Esto es debido entre otras cosas, a que las siembras se realizan de forma manual en matas de cuatro plantas y en el caso de los suelos pedregosos sin un arreglo topológico (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Estimadores de los tamaños de las poblaciones cultivadas en las milpas típicas tradicionales de tres municipios de Yucatán. Adaptado de Graefe (2001).

Agricultor	Ejido/ Municipio	Densidad promedio (plantas/ha)	Matas <sup>1</sup> promedio /ha	Plantas por mata	Densidad de plantas/suelo <sup>2</sup>		Rend. promedio (kg/ha) <sup>3</sup>
					Ligeramente profundo	Pedregoso	
Esteban	Yaxcabá / Yaxcabá	27,933	7,644 <sup>b</sup>	3.6	28,489 <sup>a</sup>	25,067	1,375 <sup>b</sup>
Pablo	Yaxcabá/ Yaxcabá	19,399	6,067	3.2	21,066	17,733	800 <sup>a</sup>
Ignacio	Becanchén / Tekax	26,133	7,200	3.6	26,133	—	1,280 <sup>c</sup>
Apolonio	Becanchén/ Tekax	30,133	7,467	4.0	30,133	—	1,000
Valerio	Progresito/ Peto	23,533	6,067	3.9	24,800	22,267	950 <sup>b</sup>
Jerónimo	Progresito/ Peto	22,433	7,911	2.9	22,867	22,000	200 <sup>a</sup>
Promedios		24,927	7,059	3.5	25,581	21,767	934 ± 418

<sup>1</sup> Término para referirse a dos o más semillas o plantas en un mismo lugar.

<sup>2</sup> Estimación del número promedio de plantas por hectárea en suelos ligeramente profundos (*kankab*) y pedregosos (*tzekeI*).

<sup>3</sup> Rendimiento promedio estimado de las variedades locales.

<sup>a, b, c</sup> promedios generados con 3, 4 y 5 valores de igual número de parcelas, respectivamente.

### Caracterización y evaluación de colectas

Mediante la evaluación preliminar de 182 colectas regionales de cuatro municipios de la región de Yaxcabá, México, en un solo ambiente, se determinó que existe una gran variabilidad en días a floración femenina y en rendimiento (Cuadro 3). Esto indica la gran diversidad que se conserva entre los materiales regionales y aun en las poblaciones híbridas acriolladas, las que se generan con la combinación o cruzamiento natural entre los materiales mejorados introducidos hace más de cinco años y las poblaciones locales. Además, los agricultores manejan y seleccionan cada uno de sus materiales de manera independiente, la semilla es separada y sembrada en espacios diferentes e identificados.

A partir de la información recopilada en la caracterización y evaluación preliminar, se clasificó el material en cuatro grupos genéticos de acuerdo a la precocidad y características de mazorca. Entre los materiales evaluados se distingue una diferencia clara en días a floración femenina como son los precoces de 62 a 72 días (*Nal-tel* y *Xmejen-nal*) y los tardíos *Dzit-bacal* y *Xnucnal* (Tuxpeño) de 83 a 90 días. Entre los precoces y tardíos se encuentra el grupo de intermedios, que corresponden a las variedades mejoradas antiguas (acriollados) y a los testigos (variedades mejoradas). El rendimiento de cada uno estos grupos mostró una tendencia paralela a su precocidad; el grupo de tardíos presentaron los mayores rendimientos (hasta 4.5. ton) y los precoces los mínimos (2.5 ton), Cuadro 3. En número de hileras y granos promedio, también hubo diferencias significativas entre los grupos.

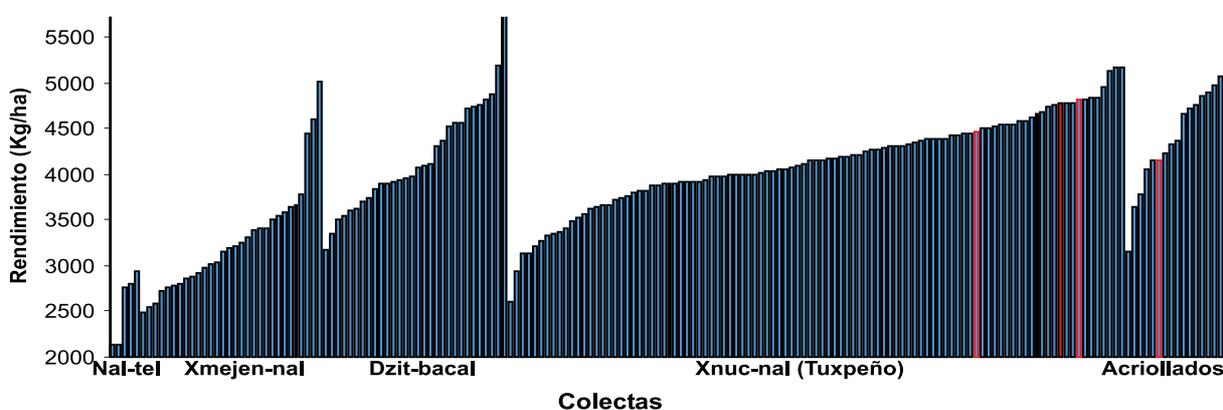
**Cuadro 3.** Comportamiento promedio de cinco grupos de germoplasma de maíz de la región de Yaxcabá, Yucatán.

Grupo genético	Días floración femenina	Rend. Prom. (kg/ha)	Granos Prom./mazorca	Hilera/Mazorca	Núm. muestras
<i>Nal-tel</i>	62 ± 6.8	2,556 ± 381	328 ± 62	13 ± 1.1	5
<i>Xmejen-nal</i>	66 ± 6.6	3,285 ± 598	397 ± 35	13 ± 1.0	30
<i>Dzit-bacal</i>	83 ± 3.0	4,176 ± 589	458 ± 51	11 ± 1.3	30
<i>Xnuc-nal</i> (Tuxpeño)	83 ± 2.2	4,134 ± 493	449 ± 40	12 ± 1.0	101
Acriollados <sup>a</sup>	72 ± 8.9	4,363 ± 536	431 ± 35	13 ± 1.0	16
Mejorados	74 ± 7.3	3,130 ± 520	437 ± 41	14 ± 1.1	10
Promedio	88 ± 7.0	3,940 ± 682	437 ± 49	12 ± 1.4	192

<sup>a</sup> Variedades en proceso de acriollamiento V-527, V-528, V-533, V-536 y algunos híbridos no identificados.

El vigor híbrido evidente entre los materiales acriollados se presentó en las variedades antiguas V-528, V-533, y V-535 preservadas por algunos agricultores, y que fueron introducidas al menos cinco años previos a esta evaluación, sin renovación de semilla. El promedio del rendimiento de los materiales acriollados se encuentra ligeramente arriba del promedio de los testigos mejorados (entre ellos las mismas variedades pero con semilla certificada). El ligero incremento de rendimiento con respecto a su progenitor mejorado, presenta evidencias de heterosis entre las variedades locales y los materiales mejorados introducidos (Cuadro 3). Una situación similar cuantificó Romero *et al.* (2002) al cruzar un grupo de poblaciones nativas de maíz de la raza Chalqueño con un grupo de variedades comerciales, la heterosis estimada con respecto al progenitor medio varió del 2.2 al 16.7%.

En la Figura 1 se observa con mayor definición la variabilidad de cada uno de los grupos evaluados durante el 1999-2000. Los materiales más precoces y de bajo rendimiento fueron los del grupo *Nal-tel* y *Xmejen-nal*. Entre los tardíos se destacan *Dzit-bacal* y *Xnuc-nal* (esta última la variante regional de la raza Tuxpeño), ambos con un rendimiento promedio similar. En la porción derecha de cada grupo se encuentran los materiales motivo de selección con los que se obtendría un mayor rendimiento promedio regional. Por ejemplo, si son seleccionados los mejores materiales dentro de cada grupo o bien del total, 5 o 10%, posibilita un incremento potencial del 15 al 25% en el rendimiento regional. Aunque deben considerarse los ajustes necesarios por efecto de ambientes de evaluación; aun así, en diferentes grados se obtendrían ganancias en el rendimiento. Es decir, si se tiene un promedio general de 3,978 kg/ha se obtendría, teóricamente, un rendimiento de 5,004 ± 242 kg/ha al sembrar los 18 mejores materiales, 10% de los 182 evaluados (Cuadro 3 y Figura 1). En un ejercicio teórico fueron estimados incrementos en el rendimiento del 2 al 20% en el rango de precoces a tardíos. Con este enfoque, es factible que en el material seleccionado puedan incluirse agrónomicamente a los mejores representantes dentro de cada grupo de diversidad con el propósito de conservarla *in situ*.



**Figura 1.** Rendimiento de 182 colectas o poblaciones locales de maíz de la región de Yaxcabá, Yucatán. 1999-2000.

Posterior a la evaluación, fueron seleccionados 28 materiales dentro de los principales grupos locales (*Nal-tel*, *Xmejen-nal*, *Dzit-bacal* y *Xnuc-nal*) y evaluados durante el año 2000 en dos condiciones de suelo (*Kan kab*; ligeramente profundo y *Tzekel*; altamente pedregoso) y dos fechas de siembra. Se observaron diferencias significativas entre los grupos locales de diversidad respecto a su rendimiento. Los materiales precoces del grupo *Nal-tel* y *Xmejen-nal* fueron más estables en comparación con los tardíos *Dzit-bacal*, (*Tsiit-bacal*) y *Xnun-nal*. Los materiales seleccionados en promedio rinden como mínimo 2.7 ton, y es superior al rendimiento promedio que obtienen los agricultores en sus parcelas ( $0.934 \pm 0.4$  ton, Cuadro 2), Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Rendimientos promedio y desviaciones estandar de 28 poblaciones evaluadas en la región de Yaxcabá durante el ciclo 2000-2001.

Poblaciones por grupo de diversidad	Promedio del grupo en 1999	Evaluación 2000		Promedio 2000	Promedio 1999 y 2000
		Suelo ligeramente profundo <sup>c</sup>	Suelo pedregoso <sup>c</sup>		
<i>Nal-tel</i> (3)	2,556 ± 381	2,553 ± 528	2,600 ± 456	2,576 ± 442	2,703 ± 266
<i>Xmejen-nal</i> (9)	3,285 ± 598	2,840 ± 342	2,260 ± 257	2,550 ± 418	3,043 ± 436
<i>Dzit-bacal</i> (7) <sup>a</sup>	4,176 ± 589	3,605 ± 410	3,168 ± 397	3,386 ± 449	4,100 ± 342
<i>Xnuc-nal</i> (9) <sup>b</sup>	4,134 ± 493	4,036 ± 407	3,402 ± 294	3,719 ± 475	4,336 ± 329
Promedio	3,537 ± 515	3,385 ± 687	2,890 ± 587	3,138 ± 680	3,545 ± 343

<sup>a</sup> Tsiit-bacal (maya contemporáneo); <sup>b</sup> Tuxpeño; <sup>c</sup> promedio de dos fechas de siembra

De acuerdo a los gustos o preferencia de los agricultores por sembrar ciertos materiales, también se pueden lograr los propósitos de incrementar la producción, utilizando a los mejores materiales dentro de cada grupo de diversidad local o bien a las mejores poblaciones evaluadas. Por ejemplo, si fueran elegidas las mejores poblaciones con rendimientos superiores a los 3.5 ton/ha, entonces sólo los grupos tardíos *Dzit-bacal* (= *Tsiit bacal*) y *Xnuc-nal* (= Tuxpeño) se seleccionarían. Las mejores opciones de ciclo corto son quizás un material de *Nal-tel* y tres de *Xmejen-nal* con rendimientos superiores a los 2.6 tn/ha. Como fue demostrado en la evaluación agronómica, cada material tiene ciertos micronichos donde alcanza sus mayores potenciales y otros estabilizan su rendimiento a través de los ambientes; el punto clave aquí es la posibilidad de elegir materiales, dentro de cada grupo de diversidad, que le permita al agricultor enfrentar las condiciones restrictivas de cultivo y la estacionalidad del período de lluvias.

### Aplicación de la retrocruza limitada

La retrocruza limitada es una estrategia simple operativamente, desde el punto de vista del mejorador, para incorporar caracteres agronómicos a los materiales locales sin perder su identidad principal. Para el caso analizado se realizaron dos fases o grandes etapas; la primera consistió en continuar con un retrocruzamiento previamente realizado en un campo experimental con materiales de la mismas razas de maíz que existen en Yucatán aunque con diferente origen. En esta primera etapa los resultados en la  $RC_1-F_3$  fueron sobresalientes con relación a la reducción en altura de mazorca y planta. Los materiales originados en esta fase continúan incrementándose para realizar un ensayo agronómico y determinar con mayor precisión las características del material retrocruzado.

Basados en la primera, la segunda fase de la experiencia se enfocó en los materiales locales de la región objeto de estudio, uno de cada grupo, entre ellos *Nal-tel*, *Xmejen-nal*, *Tsiit bacal* o *Dzit-bacal*, *Tuxpeño* o *Xnuc-nal* y *Nal-Xoy*, esta última una variedad local mejorada obtenida por un agricultor proveniente de la cruce de una población del germoplasma de CIMMYT con su variedad local (Dzib, 2000). Los resultados de esta segunda fase son promisorios; se observó reducción de altura de mazorca y planta, mejor cobertura de la mazorca (favorable para la región debido al ataque de plagas) y promisorias en el rendimiento, dato no confirmado

con precisión. Los materiales locales tardíos han transferido esta característica a las poblaciones retrocruzadas. En contraposición, la población originada de la cruce entre el precoz *Nal-tel* y el donador también precoz Ratón dieron lugar a un precoz pero con excelente cobertura de mazorca (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Concentrado de materiales retrocruzados desde 1999 al 2001 en Yaxcabá, Yucatán.

Cruzamientos	Progenitor recurrente	Generación	Características del donador
<i>Primer retrocruzamiento (etapa 1):</i>			
[ <i>Nal-tel</i> (Yuc. 815) x P3002W] x <i>Nal-tel</i>	<i>Nal-tel</i>	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	P3002W; híbrido comercial
[Dzit-bacal (Guat. 5190) x Ceres 8] x Dzit-bacal	Dzit-bacal	RC <sub>1</sub> -F <sub>3</sub>	Ceres 8; híbrido comercial
[Tuxpeño (Bejuco) x (V-531 + Nicob)] x Tuxpeño	Tuxpeño	RC <sub>1</sub> -F <sub>3</sub>	Nicob; variedad nicaragüense de excelente cobertura de mazorca
<i>Segundo retrocruzamiento (etapa 2):</i>			
V-424 x <i>Nal-tel</i>	<i>Nal-tel</i>	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	V-424; variedad comercial
Ratón x <i>Nal-tel</i>	<i>Nal-tel</i>	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	Ratón; población precoz
V-533 x <i>Nal-xoy</i>	<i>Nal-xoy</i>	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	V-533; variedad local comercial
V-528 x Xmejen-nal	Xmejen-nal	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	V-528; variedad local comercial
C-343 x Xmejen-nal	Xmejen-nal	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	C-343;
<i>Nal-xoy</i> x Tsiit-bacal	Tsiit bacal	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	<i>Nal-Xoy</i> ; local semi-comercial de amplia adaptación
V-533 x Tsiit-bacal	Tsiit-bacal	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	V-533; variedad local comercial
Xnuc-nal x V-533	Xnuc-nal	RC <sub>1</sub> -F <sub>2</sub>	V-533; variedad local comercial

### Aplicación de la selección masal visual

En 1999 se inicio junto con un agricultor participante, un proceso de selección masal en una población de "*Xmejen-nal*" (ciclo intermedio) colectada en el estado de Yucatán. Las características fenotípicas del material que le llamaron la atención al productor fueron la excelente cobertura y un tamaño mediano de mazorca, coloración morada de la planta y altura intermedia.

Durante el proceso de selección masal visual, el agricultor ha participado y elegido las "mejores" plantas y mazorcas no perdiendo la cobertura. En este proceso, para mayor comodidad y aceptación del agricultor, no se ha seguido una selección rígida en el sentido metodológico y poco a poco se ha ajustado la técnica ciclo tras ciclo. La siembra y conducción del cultivo la realizó el agricultor utilizando sus propios medios y conocimientos, y a la madurez fisiológica del grano se procedió a marcar las plantas seleccionadas tomando como referencia el centro de la superficie sembrada. La planta elegida debía estar bajo competencia completa, formar parte de un sublote previamente estratificado de manera imaginaria o bien utilizando una cuerda para tal efecto. El lote de selección generalmente corresponde a unidades o múltiplos de su medida de superficie local, el "mecate" (20 x 20 = 400 m<sup>2</sup>). Hasta el año 2002 se hicieron cuatro ciclos de selección.

En el año 2001 se condujo una evaluación agronómica de las tres poblaciones seleccionadas, hasta ese momento, con el objetivo de obtener un estimador de la respuesta a la selección. Con el rendimiento de las poblaciones se obtuvo el coeficiente de regresión o respuesta por ciclo de selección. La evaluación se condujo en una sola localidad, Yaxcabá, y por tanto tiene sus limitaciones. A pesar de esto, el avance genético en la selección masal fue del 6% por ciclo de selección, en rendimiento de grano (Figura 2). El valor estimado de ganancia está ligeramente arriba del intervalo propuesto por Martínez *et al.* (2000) para condiciones de ambientes restrictivos en los que se conduce la evaluación; por ejemplo, en un ambiente dependiente exclusivamente del período de lluvias, las estimaciones de ganancias están entre 1.2 a 4.6%. Aun con las restricciones del caso o ligeras sobre estimaciones de la ganancia

genética, es posible determinar que hubo un avance en respuesta a la selección masal *in situ*, la que modestamente puede estar entre el 3 y 4% por ciclo. Es decir, la selección masal permite mejorar las variedades locales (criollos) con un poco de esfuerzo del agricultor. La facilidad del método permitirá que más de un agricultor la lleve a cabo. Todo esto permite aprovechar la diversidad genética de los materiales locales y con la posibilidad de mejorar la forma en que se practica la selección de semilla por parte de los agricultores.

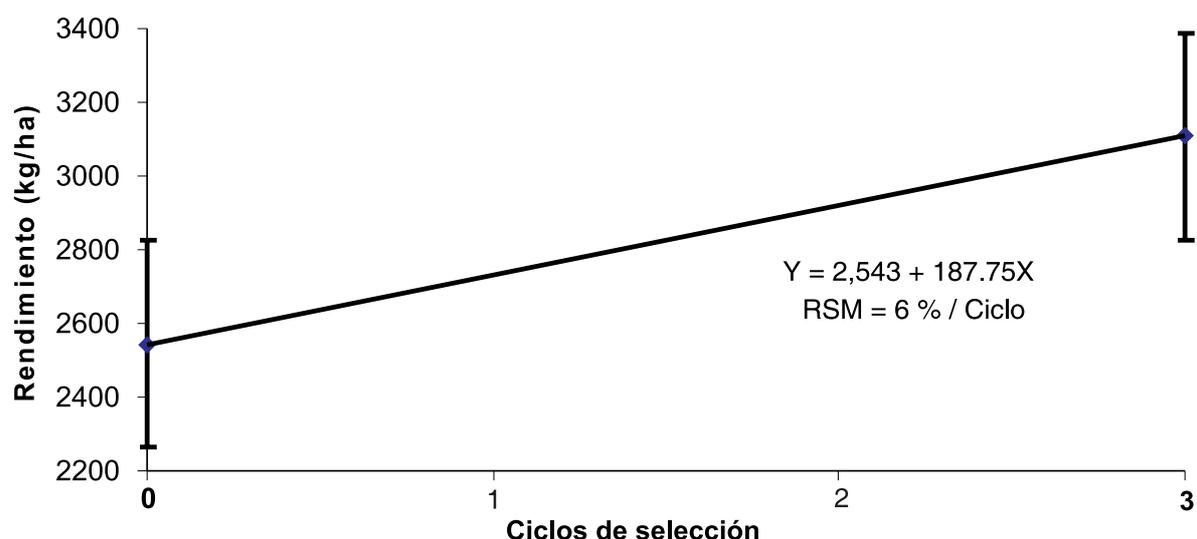


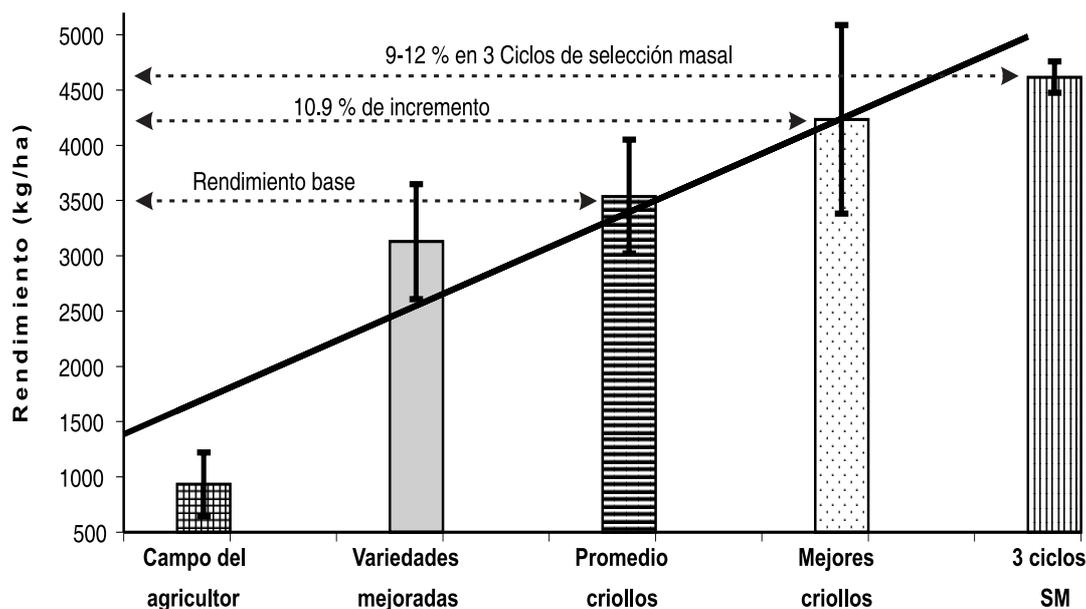
Figura 2. Recta de regresión de la respuesta a la selección masal visual (RSM) *in situ* por ciclo.

### **Beneficios y perspectivas para mejorar la producción de maíz en Yucatán**

De acuerdo con la compilación de experiencias locales y experimentales acerca del mejoramiento participativo de maíz en la región de Yaxcabá, se tienen diferentes opciones y perspectivas para mejorar la producción de maíz en Yucatán. Las opciones escaladas o independientes son las siguientes:

1. Evaluar el germoplasma local y determinar los potenciales productivos de las variedades locales de maíz. Este proceso ayuda a conocer la variabilidad genética del material en cuanto al rendimiento y otros caracteres agronómicos. La selección de las mejores poblaciones (10-20%) posibilita incrementos del 10.9% en el rendimiento promedio de maíz (Figura 3).
2. La aplicación de una técnica de mejoramiento sencillo en las condiciones de la agricultura local. La dinámica de la diversidad genética de maíz en México tiene sus particularidades de acuerdo a la región. Por ejemplo, en Yucatán las razas precolombinas Nal-tel, Dzit-bacal y Tuxpeño (variantes locales) están adaptadas y ampliamente distribuidas en cada uno de los centros de producción tradicional. Objetivamente esas son las fuentes de variabilidad intra-racial para iniciar un esquema de mejoramiento.

La selección masal visual *in situ* es una estrategia práctica y factible para aprovechar la estratificación de la diversidad racial y de los grupos genéticos regionales. La etapa experimental con un material local (*Xmején-nal*) en tres ciclos de selección demostró que hubo un incremento en la producción de maíz del 6% por ciclo de selección, aunque debe tomarse en consideración que la evaluación se realizó en un solo ambiente (Figura 3).



**Figura 3.** Posibilidades de incrementar la producción de maíz con la utilización de la variabilidad local. SM, selección masal.

Los datos de otros autores reportan valores inferiores al de este trabajo pero aún así es factible una ganancia conservadora entre el 3 y 4% por ciclo de selección

Otro de los métodos que se ensayaron fue la retrocruza limitada para el aprovechamiento de la heterosis residual que se produce al cruzar una variedad local con una variedad mejorada o híbrido y su posterior retrocruzamiento y selección hacia el material local. El método requiere de mayor asistencia del mejorador para seleccionar los progenitores donadores del carácter a incorporar. La ganancia directa es la incorporación gradual del carácter(es) de los que adolecen las variedades locales. La experiencia aquí descrita indica que fue eficiente para disminuir la altura de la planta y mazorca e incorporar mayor cobertura de la mazorca.

La aplicación de uno u otro método de mejoramiento debe tener como elementos base las características de manejo del cultivo por el agricultor tradicional. La unidad de superficie operativa para el agricultor de Yucatán, México, es el "mecate" (400 m<sup>2</sup>), densidades de siembra de 20-30,000 plantas por hectárea, siembra por matas en un arreglo irregular, presiones de selección de semilla entre el 2 y 15%, y los caracteres y grupos raciales de interés para el productor (Cuadro 1 y 2).

- El escalamiento de la evaluación y selección de las mejores variedades locales, y sobre ellas aplicar un método de mejoramiento tiene la factibilidad de incrementar como mínimo hasta un 20% de la producción de maíz en Yucatán. Los incrementos pueden ser mayores o inferiores de acuerdo con la variabilidad genética utilizada. Por ejemplo, con las variantes de las razas Tuxpeño (localmente conocidas como *Xnuc-na*) y Dzit-bacal, es posible incrementar hasta un 30% la producción (Figuras 1 y 3).
- Otras opciones. No se descarta todas las posibilidades estratégicas que siguen utilizando los campos experimentales para el mejoramiento de las variedades locales como son la selección recurrente, los métodos de hibridación o cualquier otro método. Una estrategia propuesta por Romero *et al.* (2000), para el mejoramiento de las variedades nativas, es aprovechar el vigor híbrido que se produce al cruzar dos variedades nativas de significativa divergencia genética y origen geográfico distinto. Por ejemplo, la raza Tuxpeño de maíz en México se distribuye desde el estado de Tamaulipas hasta Quintana Roo, entonces el cruzamiento de las variedades locales de Tuxpeño de Yucatán con sus homólogas de

otras regiones aprovecharían esa heterosis. Este mismo enfoque puede utilizarse para Nal-tel y Dzit-bacal. Como indicios de la heterosis, en este trabajo, se observó que las variedades mejoradas antiguas (o acriolladas) que llevan mucho tiempo con el agricultor manifestaron cierto incremento en su rendimiento probablemente por el cruzamiento natural con el material local (Cuadro 3).

## Referencias

- Aguirre G., A. y M. Bellon. 2000. Tipos de participación campesina en el mejoramiento de maíces criollos. *In: Programa PRGA-CIAT (ed.), Memorias de un Simposio Internacional de Fitomejoramiento Participativo en América Latina y el Caribe, Quito, Ecuador. Agosto 31–Septiembre 3, 1999. Programa Global de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional-CIAT. Cali, Colombia.*
- Aguirre G., J.A., M.R. Bellon and M. Smale. 2000. A regional analysis of maize biological diversity in southeastern Guanajuato, México. *Econ. Bot.* 54:60-72.
- Aragón-Cuevas, F., E. Paredes H., H. Castro G., S. Taba, and J. Díaz. 2000. Conservation *in situ* and improvement of milpas in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. *In: GRCP. Scientific basis of participatory plant breeding and conservation of genetic resources, Oaxtepec, Morelos, Mexico, October 8-14, 2000. Abstracts. Report No. 25. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA. USA.*
- Bellon, M. R. 2000. Of participation in participatory plant breeding: An analysis of two common assumptions. *In: GRCP. Scientific basis of participatory plant breeding and conservation of genetic resources, Oaxtepec, Morelos, Mexico, October 8-14, 2000. Abstracts. Report No. 25. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA. USA.*
- Blanco, J. L. 1998. Conservación, mejoramiento y adopción de recursos genéticos maiceros: semillas mejoradas y variedades locales de maíz en la Sierra Santa Marta, México. *In: H. Cárdenas y C. Almekinders (eds.), Memoria Seminario Fitomejoramiento Participativo: Experiencias y oportunidades en Mesoamérica. IDEAS, San José, Costa Rica.*
- Castillo, F., E. Herrera, J. Romero, R. Ortega, M. Goodman y M. E. Smith. 2000. Diversidad genética de maíz y su aprovechamiento *in situ* a nivel regional. *In: Programa PRGA-CIAT (ed.), Memorias de un Simposio Internacional de Fitomejoramiento Participativo en América Latina y el Caribe, Quito, Ecuador. Agosto 31–Septiembre 3, 1999. Programa Global de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional-CIAT. Cali, Colombia.*
- Chambers, R. 1994. Participatory Rural Appraisal (PRA): Analysis of experiences. *World Development* 22:1253-1268.
- Chávez-Servia, J. L., J. Canul, J. V. Cob, L. A. Burgos, F. Márquez, J. Rodríguez, L. M. Arias, D. E. Williams y D. I. Jarvis. 2000. Mejoramiento participativo con maíz en un proyecto de conservación *in situ* en Yucatán, México. *In: Programa PRGA-CIAT (ed.), Memorias de un Simposio Internacional de Fitomejoramiento Participativo en América Latina y el Caribe, Quito, Ecuador. Agosto 31–Septiembre 3, 1999. Programa Global de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional-CIAT. Cali, Colombia.*
- Cleveland, D.A., D. Soleri and S. E. Smith. 2000. A biological framework for understanding farmer's plant breeding. *Econ. Bot.* 54: 377-394.
- Dzib-Aguilar, L. 2000. The Nalxoy maizes from the traditional Yucatecan Milpa. *In: GRCP. Scientific basis of participatory plant breeding and conservation of genetic resources, Oaxtepec, Morelos,*

- Mexico, October 8-14, 200. Abstracts. Report No. 25. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA. USA.
- García, F., J. R. Pérez and R. Ortega. 2000. Participatory genetic improvement of corn (maize) in central Veracruz. *In*: GRCP. Scientific basis of participatory plant breeding and conservation of genetic resources, Oaxtepec, Morelos, México, October 8-14, 200. Abstracts. Report No. 25. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA. USA.
- Graefe, S. 2001. Crop and soil variability in traditional and modern mayan maize cultivated. BSc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Kassel. Germany.
- Márquez S., F. 1979. Proposiciones sobre metodologías de investigación en el mejoramiento del maíz en sistemas de producción en la Península de Yucatán. *Fitotecnia Mexicana* 3:13-20.
- Márquez S., F. 1990. Back-cross theory for maize. I: Homozygosis and heterosis. *Maydica* 35:17-22.
- Márquez S., F. 1992. Mejoramiento genético de los cultivos de la Milpa yucateca. Pp. 175-193. *In*: D. Zizumbo V., Ch. H. Rasmussen, L. M. Arias R. y S. Terán C. (eds.), *La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad*. CICY y DANIDA Dinamarca. México.
- Martínez-Zambrano, G., J.D. Molina-Galán, F. Castillo-González y M. Livera-Muñoz. 2000. Magnitud y linealidad de la respuesta a la selección masal en maíz en función de los ambientes de selección y evaluación. *Agrociencia (México)* 34:429-436.
- Molina G., J. D. 1990. Selección masal visual estratificada en razas de maíz. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 36 p.
- Moreno-Figueroa, V., F. Castillo-Gonzalez, and R. Ortega-Paczka. 2000. Stratified visual mass selection in maize landraces from the Chalco-Amecameca region. *In*: GRCP. Scientific basis of participatory plant breeding and conservation of genetic resources, Oaxtepec, Morelos, Mexico, October 8-14, 200. Abstracts. Report No. 25. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA. USA.
- Romero P., J., F. Castillo-González y R. Ortega-Paczka. 2002. Cruzas de poblaciones nativas de maíz de la raza Chalqueño: II. Grupos genéticos, divergencia genética y heterosis. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:107-115.

### III. Aspectos sociales, culturales y económicos

#### **Experiencias sobre la diversidad de los cultivos y aspectos económicos de la conservación *in situ* en la Amazonia central peruana**

Luis A. Collado<sup>1</sup>, María Arroyo<sup>1</sup>, Alfredo Riesco<sup>1</sup> y José Luis Chávez Servia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Consortio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali, Centro Ecorregional, Carretera Federico Basadre Km. 4.2, Pucallpa, Perú ([codesu@terra.com.pe](mailto:codesu@terra.com.pe)).

<sup>2</sup>Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI-Américas), C/o CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia ([j.l.chavez@cgiar.org](mailto:j.l.chavez@cgiar.org)).

#### **Summary**

**Experiences with crop diversity and economic aspects of *in situ* conservation in central Peruvian Amazonia.** A project focused on *in situ* conservation of plant genetic resources maintained by 13 indigenous communities was started in 2001, in central Peruvian Amazonia, within the Aguaytia, Upper Ucayali and Pichis-Pachitea Valleys. The objectives were to quantify crop diversity and identify factors affecting the *in situ* conservation of agricultural biodiversity in the region. The focus crops were: cassava (*Manihot esculenta* Crantz), maize (*Zea mays* L.), beans (*Phaseolus vulgaris* L. y *P. lunatus* L.), peanuts (*Arachis hypogaea* L.), chile pepper (*Capsicum annuum* L. and *C. chinense* Jacq.) and cotton (*Gossypium barbadense* L. y *G. hirsutum* L.). The Ucayali River and its tributaries, with a humid tropical climate, dominate the Amazonian region under study. Three physiographic forms were identified: annually flooded soils, occasionally flooded soils and non-flooded plains. Participatory methodologies were applied and interviews were conducted with key informants. The greatest variability was found in cassava and maize crops, in terms of number of varieties that the indigenous groups recognized. Access to markets and involvement in off-farm labor both significantly affect the conservation of local varieties. About 95% of the communities studied were riverside populations. Annual changes due to flooding affect the agricultural systems and increase the element of risk in decision-making about what varieties to sow.

**Key words:** Market access, Amazonian Peru, crop diversity, indigenous communities, variability.

#### **Introducción**

La conservación *in situ* de la biodiversidad está interesada en el mantenimiento de las poblaciones de especies en el hábitat en el cual se desarrollan. En el caso de los cultivos agrícolas, la conservación *in situ* se realiza en el hábitat donde expresan su potencial, es decir, en las parcelas de los productores. Las variedades locales se transmiten de generación en generación de productores y están sujetas a diferentes presiones de selección. Todos los factores ambientales, biológicos y socioeconómicos influyen en la decisión del agricultor para sembrar una variedad particular en algún momento particular.

Perú es extremadamente rico en biodiversidad, probablemente cuenta con más de 20,000 especies de plantas vasculares, ocupando el lugar 11 en número de especies vegetales en el mundo. Existe una gran diversidad genética de plantas cultivadas, con una variedad asombrosa de variedades locales que aún son cultivadas por los agricultores. La región de Ucayali-Huanuco-Pasco de las tierras bajas peruanas forma parte de la gran área cultural amazónica, donde por primera vez fueron domesticados cultivos como yuca, mani (=cacahuate) y ají (=chile). En esta región se encuentran asentadas las etnias: Shipibo-Conibo, Asháninkas, Cashibo-

Cacataibo, entre otras principalmente. El territorio ocupado por las comunidades indígenas está virtualmente desprovisto de caminos y la navegación por río es el único medio de transporte. Estos agricultores tradicionales continúan empleando el sistema agrícola de roza-tumba-quema (agricultura itinerante) en cultivos nativos; sin embargo, existe un crecimiento en las presiones económicas y culturales sobre la comunidad. La erosión genética de las especies y variedades cultivadas nativas en la región surge como resultado de la deforestación, el proceso de aculturación étnica, la explotación petrolera, la migración, la colonización, el terrorismo y el desplazamiento por cultivos exóticos.

Es alto el número de trabajos sobre la amazonia peruana que hacen énfasis sobre la diversidad biológica y también sobre su legado cultural, que se conservan a través de los grupos étnicos que la habitan. Sin embargo, existe una gran brecha por explorar en la disyuntiva de las relaciones entre la diversidad de las plantas cultivadas y el hombre que las conserva para su beneficio. Los grupos humanos de la selva (étnicos y mestizos) conservan y seleccionan las variedades locales que ellos han preservado de generación en generación. Es decir, las variedades locales han evolucionado bajo vigilancia del cultivador quien las distingue por poseer características útiles específicas y que en algunos casos le asignan nombres locales bien definidos.

Con esta base el objetivo del trabajo fue cuantificar la diversidad local cultivada de acuerdo a la percepción y criterios utilizados por los agricultores, y obtener información de los factores económicos que afectan su conservación *in situ*.

## **Metodología**

### **Área de estudio**

El trabajo se desarrolló en la región comprendida entre los departamentos de Ucayali-Huanuco-Pasco de la selva central de Perú. La región objetivo está dominada por los ríos Aguaytía, San Alejandro, Ucayali, Pachitea y Pichis, e incluye un intrincado sistema de serpenteantes planicies anegadizas, lagos de recodo, canales y pantanos, limitados por planicies inter-fluviales ligeramente altas. La región está cubierta por una densa selva tropical con precipitaciones comprendidas entre 1,000 y 3,000 mm de ahí que los ríos incrementen sus cauces hasta 10 m de su nivel normal (Cecchi, 1999).

Para estudiar la diferente apreciación que tienen los grupos indígenas y comunidades sobre su diversidad cultivada, la región objeto de estudio se subdividió en tres sub regiones; 1) Alto Ucayali, 2) Valle del Aguaytía y 3) Valle del Pichis-Pachitea, Cuadro 1. El muestreo de viviendas para los aspectos socioeconómicos se hizo con base en el Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993 (INEI, 1993) e información obtenida en la comunidad; la variación en número de hogares fue de 20 a 159 con una población de 74 a 874 habitantes, respectivamente. El número total de hogares por comunidad permitió determinar los tamaños mínimos de hogares a entrevistar (10-25%).

El acceso a las comunidades se hizo generalmente por el río principal o bien a través de uno de sus afluentes. Una vez en la comunidad se tomaron las coordenadas geográficas respectivas mediante un geoposicionador satelital (GPS) y se procedió con el reconocimiento de las áreas de cultivo, tipos de parcelas cultivadas e identificación de las personas clave para los objetivos del trabajo.

La región en estudio presenta una agroecología heterogénea; las sub regiones presentan condiciones particulares y éstas influyen en las actividades agrícolas de los grupos indígenas asentadas en los valles aluviales y terrenos de altura. En las comunidades los cultivos, objetivo de estudio fueron yuca (*Manihot esculenta* Crantz), maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L. y *P. lunatus* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.), ají (*Capsicum annuum* L. y *C. chinense* Jacq.) y algodón (*Gossypium barbadense* L. y *G. hirsutum* L.).

**Cuadro 1.** Sub regiones, comunidades, número de familias entrevistadas, grupo étnico y coordenadas geográficas de la comunidad.

Sub-región	Provincia	Distrito	Comunidad	Núm. Fam.	Grupo étnico	Alt.	Lat. Sur	Lat. Oeste
Alto Ucayali	Coronel Portillo	Masisea	Nuevo Ceylán	8	Shipibo-Conibo	180	8°37'38"	74°16'31"
			Santa Elisa	7	Shipibo-Conibo	165	8°34'01"	74°14'03"
		Iparia	Vista Alegre	7	Shipibo-Conibo	185	9°15'36"	74°26'21"
			Nuevo Ahuaypa	8	Shipibo-Conibo	175	9°04'45"	74°28'02"
Valle del Aguaytía	Padre Abad	Padre Abad	Santa Rosa	15	Shipibo-Conibo	217	8°44'36"	75°28'46"
		Irazola	Sinchi Roca	10	Cashibo-Cacataibo	236	8°57'27"	75°13'44"
	Coronel Portillo	Campo Verde	San José de Tunuya	7	Asháninka	174	8°23'09"	74°56'17"
		Nueva Requena	Panaillo	8	Shipibo-Conibo	145	8°03'34"	74°38'23"
			Santa Clara de Uchunya	10	Shipibo-Conibo	153	8°12'18"	74°51'59"
Yarinacocha	Santa Clara	8	Shipibo-Conibo	130	8°16'12"	74°39'01"		
Valle del Pichis-Pachitea	Puerto Inca	Puerto Inca	Santa Teresa	7	Asháninka	195	9°12'4"	9°74'52'37"
		Llullapichis	Nueva Galilea	7	Asháninka	240	9°40'05"	74°53'30"
	Oxapampa	Puerto Bermúdez	Cahuapanas	8	Asháninka	270	10°00'39"	74°59'25"

*Subregión Valle del Aguaytía.* En esta región fueron visitadas seis comunidades donde se encuentran asentados tres grupos indígenas: Shipibo-Conibo, Cashibo-Cacataibo y Asháninka. La zona está dominada por los ríos Aguaytía y San Alejandro, afluentes del río Ucayali, presenta una topografía ondulada, con formaciones de restingas medias y altas, así como suelos de altura. Las inundaciones son ligeras y de poca duración; pero, aunque ocasionalmente ocurren grandes inundaciones con pérdidas a los lugareños, el tipo de bosque tropical es siempre verde estacional, cuya vegetación es variada (Figura 1).

En la *subregión del alto Ucayali* se ubica las comunidades de Santa Elisa, Nuevo Ceylán, Vista Alegre y Nuevo Ahuaypa que pertenecen al grupo Shipibo-Conibo, asentadas a orillas del río Ucayali. La región perteneció a la llanura aluvial la que contiene sedimentos transportados por los ríos desde las montañas; la calidad de estos suelos dependen de la cantidad de materia orgánica depositada. El río Ucayali en su recorrido deja formaciones de complejos orillares, acumulaciones de arena y terrazas que forman las "playas" (bancos de arena), los barrizales, las restingas bajas, medias y altas y los suelos de altura. La vegetación es variada y asociada a las zonas de bajial y restingas. El río Ucayali en épocas lluviosas presenta cursos inestables que influyen en las actividades de los lugareños (Figura 1).

*Subregión del Pichis-Pachitea.* Dominada por el río Pachitea, su orografía es ondulada, la formación de suelo predominante es de altura, generalmente no anegable y de mediana fertilidad localizada. En este caso el río es de curso más definido con grandes inundaciones ocasionales. El bosque del lugar es diversificado y exquisito. Dentro de esta región existen micronichos como la comunidad de Asháninka Nueva Galilea asentada a orillas de la quebrada Huembo (afluente) del río Pachitea; la quebrada Huembo sólo es navegable en la época de máxima

precipitación. Su orografía es ondulada, con presencia de suelos de altura, la característica del bosque muy variado e inexplorado en algunas zonas. Otro micronicho lo constituye el río Pichis, afluente del Pachitea y las comunidades asentadas a orillas viven, en parte, de la explotación de suelos no anegables.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio, grupos étnicos y comunidades visitadas, dentro de la Amazonía Central Peruana.

### Reconocimiento de la diversidad

El procedimiento para determinar qué diversidad inter e intraespecífica se cultiva se realizó un reconocimiento etnobotánico mediante el enfoque rural participante (ERP) dentro de cada comunidad, el que estuvo aunado a una familiarización tanto con la diversidad presente en la comunidad como con el respeto a las formas socio-culturales de la comunidad. Al mismo tiempo fue aplicada una entrevista mediante un cuestionario de preguntas dirigidas a los agricultores y/o sus esposas sobre características del manejo de su unidad de producción (socioeconómicas, manejo de la parcela y de su unidad de diversidad). El porcentaje mínimo de hogares entrevistado, en las 13 comunidades indígenas, por comunidad fue del 25% del total de hogares con una variación de 7 a 15 familias entrevistadas. Las preguntas clave fueron orientadas con relación a ¿cuáles son las variedades locales cultivadas dentro de cada especie en estudio?, ¿cuáles son las principales características usadas para distinguirlas?, y una descripción de las características sociales y económicas de las familias, y la facilidad de acceso a la comunidad como un indicador indirecto del mercado. Este último fue estimado indirectamente mediante el costo de transportar un saco de 50 kg de la comunidad al mercado más cercano.

La descripción de las variedades locales se obtuvo con la conjunción de dos fuentes: 1) la proporcionada por los informantes claves al momento de ejecutar el cuestionario en la chacra (= parcela) y la información de 2) los talleres participantes desarrollados (ERP). El procedimiento descriptivo se basó en las características morfológicas, reproductivas, y usos de las variedades locales. En estos talleres la participación de la mujer tuvo ciertas limitaciones siendo más

restringida en el grupo Shipibo-Conibo, debido a la propia cultura y por el limitado conocimiento de la lengua local por parte del investigador. El tamaño promedio de los grupos participantes fue de 25 hombres y 18 mujeres. La verificación de la descripción y clasificación, en géneros, especies y variantes dentro de la variedad local, se realizó en la parcela de los agricultores a través de la observación directa de la morfología de cada variedad, y mediante un registro fotográfico, en algunos de los casos, cuando las variantes presentaban cierto parecido fenotípico.

### **Mapeo de la diversidad cultivada en las comunidades indígenas**

En el mapa de diversidad se representaron los valores del índice de Shannon-Weaver (H) y la accesibilidad a las comunidades, este último como un indicador indirecto del acceso al mercado. Para ello se utilizó el programa Arcview GIS 3.2 para su diseño y los datos del geoposicionador satelital (GPS).

Para el mapa de accesibilidad se utilizó el costo de transporte (flete) de un saco de 50 kg desde la comunidad hasta el mercado más cercano. Los mercados importantes son: 1) Aguaytía para las comunidades de Santa Rosa; 2) Pucallpa para las comunidades de Panaillo, Nuevo Ahuaypa, Vista Alegre, Santa Elisa, Nuevo Ceylán, Santa Clara, Sinchi Roca, San José de Tunuya, Santa Clara de Uchunya, Santa Teresa y Nueva Galilea; y 3) La Merced para la comunidad de Cahuapanas.

### **Análisis de la información**

Con los datos del número de variedades locales por comunidad y por grupo étnico se estimó el índice de Shannon-Weaver (H) y de riqueza varietal (S). El H fue adaptado al trabajo en el que las clases estuvieron constituidas por los cultivos y cada variante o variedad local los individuos de cada clase; de esta manera el índice de Shannon-Weaver por comunidad se obtuvo mediante la expresión siguiente:

$$H = -\sum_{i=1}^6 p_i \log p_i$$

Donde;  $p_i$  es la frecuencia relativa del número de variedades dentro de cada cultivo (maíz, frijol, yuca, maní, ají y algodón).

Para estimar la riqueza varietal (S), los datos usados fueron el número total de variedades preservadas dentro de cada comunidad dividido entre el total de variedades registradas en las tres sub-regiones de estudio. La expresión utilizada fue:

$$S = \sum_{i=1}^6 \frac{V_i}{NVT}$$

Donde;  $V_i$  representa el número de variedades dentro de cada cultivo en cada comunidad, y NVT, el número total de variedades identificadas en las tres sub-regiones de estudio.

Con el objetivo de validar el efecto de la accesibilidad al mercado sobre la diversidad se realizó un análisis de regresión lineal múltiple entre el número de variedades (variable dependiente) y la dificultad de acceso al mercado, grupo indígena en la comunidad y el bienestar de la familia, este último mediante indicadores locales.

### **Resultados**

En la zona de estudio de la selva central peruana; además de la inmensa diversidad en número de especies, se encuentra habitada por grupos nativos y "mestizos" quienes viven, generalmente, a lo largo de los ríos. La difícil forma de vida ha hecho posible, entre otras cosas, que los grupos conserven, mejoren y modifiquen sus variedades locales. En el Cuadro 2 se enumeran las principales variedades locales que son preservadas dentro de 13

comunidades. La variedad de nombres es sólo una representación global de la variabilidad encontrada en campo; es decir, que varios agricultores mencionaron un solo nombre para muchas variantes del material y en forma contraria varios nombres y fenotípicamente un solo material.

**Cuadro 2.** Clasificación de la diversidad con base en la nominación de variedades locales que hacen las comunidades indígenas.

Cultivo objetivo	Género y especies	Nombre local de las variedades
Yuca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Amarilla, Blanca de tres meses, Blanca de un año, Blanca de seis meses, Señorita, Morada de seis meses, Palo negro, Rontu-atza, Torrado, Arpón, Tres mesino, Navajilla, Arpón Morado, Huangana-morado, Umsha Rumo, Amarilla de tres meses, Tres mesina-tijerita, Blanca hoja morada, Amarilla Uyicániri, Dulce, Amarilla tallo rosado, Morada de tres meses, Palomita, Tatin, Arpón de un año, Kisháñagui-moradita, Lagarto de un año, Osheto-moco, Tangana, Huevo, Patita Rojita y María Rumo.
Maíz	<i>Zea mays</i> L. (raza Piricincó <sup>a</sup> )	Amarillo, Serrano, Cancha, Amarillo Duro, Suave <sup>a</sup> , Híbrido, Piedra, Amarillo Brillante, Duro Coloradito, Azúcar <sup>a</sup> , Cancha Amarillo, Amarillo Suave <sup>a</sup> , Pushuco, Duro Morado y Duro Blanco
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>Phaseolus lunatus</i> L.	Poroto, Paltacho, Vacapaleta y Frijol que apesta
Maní	<i>Arachis hypogaea</i> L. subesp. <i>fastigiata</i> <sup>c</sup>	Charimentaki-pallar (grupo Big Lima <sup>b</sup> )
Ají	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pelacho-rojo, Rayado, Negro y Blanco
	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Dulce, Charapita, Amarillo, Pinchito de mono, Pucunucho
Algodón	<i>Gossypium barbadense</i> L. <i>G. hirsutum</i> L.	Picante Blanco, Morado, Amarillo y Rosado

<sup>a</sup> Raza de maíz *Piricincó* de acuerdo con las comparaciones de las fotografías de las accesiones del banco de germoplasma de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

<sup>b</sup> Frijol originario de la región Costera del Perú y clasificado dentro del tipo Big Lima (Debouck, 1994).

<sup>c</sup> Clasificación con base en ciclo corto, flores en el eje central, frutos de 3-5 semillas y en los primeros nudos de las ramas erectas (Comunicación personal, D. E. Williams, 2002).

La diversidad descrita de yuca se basó en la variabilidad de caracteres de planta como color de hojas y tallo (moradas, verde intenso, verde claro, entre otras), forma de la raíz, longitud de ciclo siembra-cosecha y altura de la planta. Las formas de uso o procesamiento de la yuca también fue otro indicador de la variabilidad. Por ejemplo, las variantes de raíces amarillas son preferidas para elaborar 'mazato' (bebida local). Se logró apreciar que en las comunidades crecen diversas variaciones locales sólo relevantes para ese ámbito. Por ejemplo, en yuca la variedad local 'pan atza' (pan yuca) blanca de tres meses precoz, es muy apreciada en los grupos Shipibos; y para los Asháninkas lo son las variantes 'Tangana', planta alta (más de 3 metros) sin ramas, 'Dulce' que únicamente se consume cruda (cocida se torna fibrosa o dura), 'Navajilla' planta de porte bajo y blanca muy productiva a partir de los seis meses. En región de los Asháninkas las variantes fenotípicas más importantes de maíz fueron 'Pushuco', 'Duro morado' y el 'Amarillo suave'.

No obstante que cada variedad local es designada con nombres locales en lengua Shipiba, Asháninka o Cashiba, en las tres prevalece la descripción de las características de planta. La mayor variabilidad observada se cuantificó en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con 36 en total; le sigue maíz (*Zea mays* L.) con 18; frijol (*Phaseolus vulgaris* L. y *P. lunatus* L.) con 5; maní (*Arachis hypogaea* L. spp *fastigiata*) con cuatro; nueve variantes de ají (*Capsicum annuum* L. y *C. chinense* Jacq.) y por último cuatro variantes de algodón (*Gossypium barbadense* L. y *G. hirsutum* L.), Cuadro 2.

Con relación al total de variedades por comunidad se detectó un mínimo de 12 en las comunidades Shipibas de Panaillo y Vista Alegre, y el máximo de 33 en la comunidad Asháninka de Santa Teresa. En yuca, la comunidad Shipiba de Santa Rosa presentó el menor número de variedades (3) y contrariamente, la comunidad Asháninka de Santa Teresa definieron mayor número de variedades (12), en ambos casos se refiere a variedades locales morfológicamente diferentes (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Número de variedades designadas por las comunidades estudiadas, riqueza de variedades locales (S) e índice de Shannon-Weaver (H)

Sub-región	Comunidad	Número de variedades con nominación diferente						Índices de diversidad	
		Yuca	Maíz	Frijol	Maní	Ají	Algodón	S	H
Aguaytía	Panaillo (SC <sup>a</sup> )	5	4	0	1	2	0	0.15	7.25
	Sinchi Roca (CC <sup>a</sup> )	9	5	1	0	3	2	0.25	10.4
	S. C. Uchunya (SC)	8	7	1	0	5	1	0.28	10.8
	S.J. Tunuya (A <sup>a</sup> )	7	6	0	1	0	0	0.18	5.18
	Santa Rosa (SC)	3	4	3	0	3	3	0.20	9.08
	Santa Clara (SC)	8	3	0	2	3	2	0.23	9.79
Pichis-Pachitea	Cahuapanas (A)	9	5	2	2	6	4	0.35	12.6
	Nueva Galilea (A)	9	7	3	3	5	3	0.38	12.4
	Santa Teresa (A)	12	9	2	3	5	2	0.42	13.2
Alto Ucayali	Nuevo Ceylán (SC)	7	4	1	1	3	2	0.23	13.2
	Santa Elisa (SC)	5	4	0	1	4	3	0.21	9.68
	Vista Alegre (SC)	6	2	1	0	2	1	0.15	10.3
	Nvo. Ahuaypa (SC)	7	4	1	0	4	0	0.20	7.37

<sup>a</sup>SC, Shipibo-Conibo; CC, Cashibo-Cacataibo; A, Asháninka

En el Cuadro 4 se presenta, también, la riqueza varietal (S) y el índice de Shannon-Weaver (H) como indicadores de la diversidad presente por comunidad. Los mayores índices de riqueza varietal (S) fueron estimados en la sub-región del Pichis-Pachitea, ámbito de influencia de los Asháninkas (0.35 a 0.42), en tanto que en las sub-regiones de Aguaytía y el alto Ucayali la riqueza varietal varía desde 0.15 a 0.28.

**Cuadro 4.** Número de variedades diferentes, designadas y estudiadas por las comunidades, riqueza de variedades locales (S) e índice de Shannon-Weaver (H)

Etnia y Núm. de variedades locales	Núm. comunidades	Núm. de variedades con nominación diferente						Índices de diversidad	
		Yuca	Maíz	Frijol	Maní	Ají	Algodón	S	H
Shipibo-Conibo (48)	8	16	13	3	2	9	5	0.61	13.3
Cashibo-Cacataibo (20)	1	9	5	1	0	3	2	0.25	10.4
Asháninka (64)	4	27	15	4	4	8	6	0.81	13.3

Fue evidente en este trabajo que existen factores culturales, agroecológicos y de accesibilidad que influyen en la agrobiodiversidad local. El grupo Asháninkas del Pichis-Pachitea son los que mostraron mayor número total de variedades (64) con relación a los Shipibo-Conibo (48) y los Cashibo-Cacataibo (20). La diversidad manejada por cada grupo étnico se ve reflejada en las diferencias en la riqueza varietal (S) e índice de Shannon-Weaver (H). Cabe aclarar que la cobertura geográfica fue mayor en el caso de los Shipibo-Conibo (ocho comunidades) en comparación con los Cashibo-Cacataibo (1 comunidad) y Asháninka (cuatro comunidades). Sin embargo, a pesar de ello las comunidades Asháninkas fueron quienes presentaron el mayor número de variedades locales (Cuadro 4).

El nivel económico para clasificar a las familias se basó en las características de una “*economía campesina*” donde los bienes y servicios pasan a segundo término y se toma más en cuenta la capacidad y medios con que cuenta la familia para la transformación de los recursos; se utilizó como indicador del nivel una combinación de la actividad que realiza la venta de mano de obra, posesión de bienes primarios (canoa o bote, escopeta para caza), destino de la producción (comercial o de autoconsumo) y actividad comercial.

### Accesibilidad al mercado y conservación de la diversidad

La accesibilidad a las comunidades amazónicas tiene sus restricciones. En algunas solamente se puede entrar por río y a otras se tienen acceso tanto por tierra como por río; sin embargo, también el acceso por carretera es difícil en las estaciones de lluvia. Para este caso, la dificultad de acceso al mercado más cercano está relacionado con el costo de transportar un saco de 50 kg desde la comunidad.

En el análisis de regresión lineal múltiple, por el método de mínimos cuadrados ordinarios, entre el número total de variedades locales por comunidad y el acceso al mercado, grupo étnico, y el nivel económico de la familia, se detectó que el acceso al mercado en las comunidades Asháninkas estuvo significativamente relacionado con su diversidad preservada (Cuadro 5). Esto quiere decir que la dificultad de acceder al mercado sí influye sobre la diversidad, y en este caso el grupo Asháninka de las comunidades que se estudió tienen este problema por estar ubicado en zonas de difícil acceso. Se está consciente que el coeficiente de determinación fue bajo (0.16).

**Cuadro 5.** Efecto del grupo étnico, acceso al mercado y nivel económico de las familias sobre el número de variedades presentes en las comunidades de la Amazonía Central del Perú. 2002.

Variable independiente	Coefficiente	Error estándar	Valor t	Significancia <sup>a</sup>
<i>1. Total de variedades locales</i>				
Intercepto	2.62	1.41	1.86	
Shipibos	-1.17	1.04	-1.03	
Asháninkas	1.90	1.05	1.81	**
Acceso al mercado	0.46	0.22	2.04	***
Nivel económico	0.43	0.59	0.75	
<i>2. Variedades locales de yuca</i>				
Intercepto	1.94	0.64	3.02	
Shipibos	-0.87	0.47	-1.83	**
Asháninkas	-0.06	0.48	-0.12	
Acceso al mercado	0.19	0.10	1.80	**
Nivel económico	-0.17	0.27	-0.63	
<i>3. Variedades locales de maíz</i>				
Intercepto	0.71	0.43	1.66	
Shipibos	0.40	0.29	1.38	
Asháninkas	0.69	0.28	2.47	***
Acceso al mercado	0.10	0.07	1.35	
Nivel económico	0.01	0.18	0.00	

<sup>a</sup>Nivel de significancia, \*\*significativo al 10%; \*\*\*Significativo al 5%; n = 74-110; R<sup>2</sup> = 0.16

En el análisis del número de variedades locales de yuca se presentó la misma tendencia general, sólo que ahora la influencia Shipibas tuvo más efecto. En el caso de las comunidades Shipibas, el mercado que sirvió de referencia fue el de Pucallpa y para las comunidades Asháninkas el de la Merced. En los Asháninkas, el maíz, presentó la mayor variabilidad de variedades locales y quizás, se ven restringidos por los beneficios del mercado debido a su lejanía. No obstante, obtienen beneficios directos por la diversidad local mejor adaptada.

Una representación directa de las condiciones de accesibilidad de las comunidades se presenta en la Figura 2. Obsérvese que las comunidades Asháninkas asentadas en el Valle del Pichis-Pachitea son las más afectadas (Santa Teresa y Nueva Galilea). En contraste, las

comunidades del distrito de Masisea en el Alto Ucayali (Nuevo Ceylán y Santa Elisa), aunque con cierto problema para acceder al mercado, son favorecidas por estar a orillas del río Ucayali y con cierta facilidad para acceder al mercado de Pucallpa a través de las embarcaciones de transporte.



**Figura 2.** Representación de la accesibilidad al mercado: 2; altamente accesible, 4; regularmente accesible, y 5-6; poco accesible.

### Discusión

La selva Amazónica en su connotación literal lleva implícito el mito “lo tiene todo y sólo hay que cosechar”. Sin embargo, esta afirmación es muy lejana a la realidad local dadas las condiciones agrestes del ambiente para el desarrollo de la vida. Las comunidades de la Amazonia central peruana conservan una gran diversidad agrícola a pesar de las frecuentes y anuales situaciones de emergencia provocadas por el incremento de los cauces de los ríos. El conocimiento de los grupos indígenas sobre su germoplasma lleva implícito el origen del material: 1) si es de reciente introducción (últimos 10 años) ó 2) ha sido heredado desde sus ancestros. En total, 76 variedades locales fueron diferenciadas por los poseedores del germoplasma.

La más abundante fue la yuca (36) y tiene cierto fundamento debido a que la región de estudio se encuentra comprendida cerca o dentro de los probables centros de origen del cultivo, refiriéndose a *Manihot peruvianum*. También Boster (1984a, 1984b) encontró, en sus trabajos con los Aguarunas y Huambisas, una amplia variabilidad de yuca en el norte del Amazonas peruano; logró diferenciar hasta 100 materiales, 61 de ellos con nombre propio. Todo esto sugiere una alta variabilidad genética inexplorada de yuca que se preserva *in situ* por los grupos étnicos que aún habitan el Amazonas del Perú.

El segundo más diverso fue el maíz, a pesar de que en la región no se encuentran los mayores niveles de producción. Puede considerarse uno de los cultivos potenciales de la región por haber gran demanda en el mercado, y ahora por preservar las variedades locales de la región de transición entre Selva y Sierra. Otra especie interesante fue el ají con mayor variabilidad en morfología de frutos que en nombres locales. La diversidad encontrada en estos

tres cultivos (yuca, maíz y ají), obedece, en parte, al destino del producto. Por ejemplo, la yuca es el alimento básico de las familias marginales amazónicas, el maíz es un producto de venta y el ají formando parte de las especias de alta demanda en la cocina popular. Al respecto, Hiraoka (1986) estimó que una familia de esta región consume en promedio 6.5 kg de yuca por día necesitando aproximadamente 2,400 kg al año; por lo tanto, la yuca es indispensable en las familias para su sobrevivencia. Las formas de consumo y productos que se obtienen de la yuca son variadas: “masato” (bebida), “fariña” (harina), “sancochada”, frita, hervida, y otras más (Bergman, 1980; Hiraoka, 1986).

El maíz desempeña una función diferente a la yuca; 1) un producto de transformación directa en recurso económico efectivo a través de su venta, y en otros casos 2) mediante la transformación en proteínas al alimentar a las aves de cría o ganado menor. En la región la raza “*Piricinco*” es la más conocida con los nombres de “suave”, “azúcar” o “amarillo suave”. Las poblaciones de maíz se recombinan fácilmente en la parcela de cultivo y en otros casos se homogenizan como producto del aislamiento natural de las parcelas debido a que se encuentran alejadas varios kilómetros unas de otras. De ahí que, una variedad local introducida, toma una o ambas rutas en diferentes etapas cambiando su constitución genética inicial.

La variación de ají y su clasificación es tema de debate en el ámbito científico debido a su amplia diversidad mundial, las especies de flores blancas se han considerado dentro del grupo *C. annum-chinense-frutescens*, y los antecedentes indican que en el Amazonas se originó el *Capsicum chinense* Jacq. (Eshbaugh, 1993). En la región de estudio son pocos e incipientes los antecedentes documentales de la especie y los especímenes encontrados fueron clasificados dentro de *C. annum* y *C. chinense*, estos últimos basados en la coloración morada-azul de sus anteras. Los materiales de *C. chinense* encontrados en la región fueron el “Charapita” y el “picante”. El ají en la cultura culinaria amazónica tiene su lugar especial y su ambiente preferido en la conservación son los huertos caseros.

En frijol se encontró gran variabilidad de *Phaseolus lunatus* en color y tamaño de semilla, de acuerdo a las similitudes fenotípicas con las descripciones hechas por Debouck (1994) y todo indica que corresponden al grupo de “*Big Lima*” y probablemente es una introducción, a las regiones Asháninkas, de la costa del Perú donde se encuentra su origen. *P. vulgaris* presentó mayor variación fenotípica entre variedades que dentro de ellas.

Los antecedentes de algodón señalan que tiene más de 20 años cultivándose en la región (Bergman, 1980). Sin embargo, las poblaciones cultivadas por los nativos son pequeñas desde unas cuantas plantas en los huertos caseros hasta pequeñas plantaciones, estas últimas con materiales de la costa peruana. La descripción morfológica, verificada en las parcelas de los productores, indicó que corresponde en su mayoría a *Gossypium hirsutum* y escasas plantas aisladas de *G. barbadense*.

La ubicación geográfica de la comunidad fue un factor que influye en su acceso al mercado y por ende en la diversidad preservada. Las comunidades más cercanas al mercado de Pucallpa presentaron la menor diversidad. El caso contrario se observó en las comunidades Asháninkas, las que están más alejadas del mercado, tiene más diversidad y los valores socio-culturales y agronómicos tienen mayor peso que el precio de venta (Cuadro 4 y Figura 2). El mercado de una y otra forma puede determinar la permanencia de una variedad local o incentivar su cultivo de acuerdo con lo observado en este trabajo.

### **Conclusiones**

Se observó gran diversidad de variedades locales, donde la mayor variabilidad se detectó en yuca (36 grupos clonales) y maíz (cuatro grupos varietales). Los Asháninkas, Shipibo-Conibo y Cashibo-Cacatibo comparten una serie de variedades en común; pero también tienen variedades particulares. Los Asháninkas del Pichis-Pachitea presentaron los mayores valores de riqueza varietal.

La accesibilidad al mercado se mostró como un indicador indirecto de la diversidad preservada en las comunidades. Las comunidades más alejadas y poco accesibles fueron las de mayor diversidad. El nivel económico de las familias no tuvo efecto significativo en la variabilidad preservada de los cultivos objetivo.

### Referencias

- Bergman, R. 1980. Amazon Economics; The Simplicity of Shipibo Indian Wealth. Department of Geography, Syracuse University. USA.
- Boster, J. S. 1984a. Inferring decision making from preferences and behavior: An analysis of Aguaruna Jivaro Manioc selection. *Hum. Ecol.* 12:343-358.
- Boster, J.S. 1984b. Classification, cultivation, and selection of Aguaruna cultivars of *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae). *Adv. Econ. Bot.* 1:34-47.
- Cecchi, S.K. 1999. Genetic diversity dynamics in traditional agricultural systems of Peruvian Amazon. MSc. Thesis. Department of Land Use and Planning, Appalachian State University. Boone, North Carolina, USA.
- Debouck, D. 1994. Beans (*Phaseolus* spp.). pp: 47-62. *In: J.E. Hernando Bermejo and J. Leon (eds.), Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective. Plant Production and Protection Series No. 26.* FAO, Rome, Italy.
- Eshbaugh W. H. 1993. Peppers: history and exploitation of a serendipitous new crop discovery. Pp:132-139. *In: J. Janick and J. E. Simon (eds), New crops.* J. Wiley and Sons, New York.
- Hiraoka, M. 1986. Zonation of mestizo riverine farming systems in northeast Peru. *Nat. Geogr. Res.* 2:354-391.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 1993. Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda. INEI, Perú.

## Participación de la mujer campesina en la selección de semilla de maíz en seis comunidades de los valles centrales de Oaxaca

Jorge Mendoza González<sup>1</sup>, José Alfonso Aguirre Gómez<sup>2</sup>, Irma Manuel Rosas<sup>3</sup>, Mauricio R. Bellon<sup>4</sup> y Melinda Smale<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría en Ecología Humana. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida ([jmendoza@mda.cinvestav.mx](mailto:jmendoza@mda.cinvestav.mx)).

<sup>2</sup>Investigador Titular, INIFAP-Guanajuato.

<sup>3</sup>Investigador del Proyecto Oaxaca, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), ([mrosasi@hotmail.com](mailto:mrosasi@hotmail.com)).

<sup>4</sup>Investigador, CIMMYT, ([m.bellon@cgiar.org](mailto:m.bellon@cgiar.org)).

<sup>5</sup>Investigador, CIMMYT, ([m.smale@cgiar.org](mailto:m.smale@cgiar.org))

### Summary

**Participation of rural women in seed selection of maize in six communities of the central valleys of Oaxaca, Mexico.** *In situ* conservation of maize biodiversity in the Central Valleys of Oaxaca, a study of local management of maize diversity, was established as a collaborative project between International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) and Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Between November 1997 and May 1998, 25 families in six representative communities of the Central Valleys of Oaxaca, Mexico, were studied to examine the participation of women in the process of seed selection. The following activities were compared for men and women of each family: the number of events of selection, the timing of each event, the quantity of seed selected, the motivation for each activity, and the characteristics settled upon for the seed selection. The resulting data were analyzed descriptively and tested statistically for similarities between men and women in their selection criteria and motivations. The data suggest that seed selection is a dynamic activity and the participation of women can be considered equal to that of the men.

**Key words:** Biodiversity, Oaxaca state, gender, rural family, seed selection.

### Introducción

La selección de semilla de maíz es un proceso agrícola importante en los sistemas tradicionales, además de ser uno de los factores clave en el manejo y la conservación de las plantas cultivadas. En este importante proceso no se tiene gran información del papel que juegan las mujeres en la selección de semillas.

Algunos estudios en diferentes partes y culturas del mundo, revelan que la mujer interviene de forma directa o indirecta en el proceso de selección de semilla de maíz (Doss, 1999; Song, 1998; Tapia y De la Torre, 1997; Chiriboaga *et al.*, 1995; Duvick, 1995). En México se menciona la importancia que la mujer rural tiene al conservar gran cantidad de vegetales y semillas (Hernández, 1978), así como la participación que tiene en la selección de semilla de maíz (Rice *et al.*, 1998; Smale *et al.*, 1999).

Este trabajo formó parte del proyecto "Conservación *in situ* de la biodiversidad de maíz en los Valles Centrales de Oaxaca", y se desarrolló bajo la colaboración del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP). La hipótesis fue que la selección de semilla de maíz que realiza la mujer campesina de la región responde a criterios propios y necesidades primarias que se presentan en su unidad de producción, las que pudieran relacionarse al consumo, gusto, cocción, preparaciones especiales o a la alimentación de animales, y la selección que realiza el hombre podría corresponder a características agronómicas de la planta.

El ámbito incluye seis comunidades de los Valles Centrales, lugar ubicado dentro de la zona considerada como centro de origen y alta diversidad de maíz. El objetivo fue conocer y entender el papel de la mujer en la selección de semilla de maíz, y es importante para integrar sus conocimientos a proyectos o programas encaminados al mejoramiento o la conservación de la diversidad del maíz.

### ***Métodos de investigación***

#### **Sitios de referencia**

Las seis comunidades fueron seleccionadas por la variación entre dos factores, el agroecológico y el socioeconómico. Para el primer factor se tomó en cuenta el potencial productivo y para el segundo se consideró la importancia del origen de los ingresos (Smale *et al.*, 1999).

#### **Unidades de estudio**

En cada comunidad se estableció la conveniencia metodológica de realizar un *seguimiento del manejo campesino* (SMC) con cuatro familias, de acuerdo con las propuestas de Aguirre y Quijano (1992). Con ayuda de las autoridades locales se eligieron veinticinco familias, dos de ellas con representación femenina, con las características siguientes: *a)* representativas del resto de las demás; *b)* reconocidas como productoras de maíz; *c)* que su maíz se produjera tanto para el autoconsumo como alimento para animales, venta y trueque en las comunidades; y *d)* confiables y con buena disposición para proporcionar información.

#### **Obtención de la información**

El seguimiento de manejo campesino (SMC) consistió en registrar diariamente el uso y manejo que le dieron a la cosecha del maíz. En este registro se anotaron las actividades tanto de la mujer como del hombre encargados de la unidad de producción (UP). Los datos se registraron tal y como los informantes los mencionaron, con sus propios nombres y unidades de medidas.

El registro de la información se realizó con la ayuda de dos jóvenes, hombre y mujer, por comunidad, que vivieran ahí mismo; dividiéndose el trabajo entre el hombre jefe de familia y la mujer, respectivamente. Se instruyó a los jóvenes para la obtención de los datos y se recomendó no tomarlos cuando la pareja de agricultores estuviera junta, para no condicionar las respuestas. Además, se mantuvo el contacto semanal con las familias y con los jóvenes encargados de recabar la información.

#### **Análisis de los datos**

Al final del SMC, se realizó un muestreo sobre las unidades locales de medida en cada comunidad para homogeneizar los datos en las unidades internacionales de pesos y medidas para facilitar su captura y análisis en una hoja de cálculo. Con estos datos, se realizaron diversos análisis descriptivos y pruebas estadísticas, siendo utilizada la prueba *t* con muestras pareadas.

### ***Resultados***

El SMC proporcionó, de cada informante, datos respecto al proceso de selección de semilla de acuerdo a los siguientes parámetros: métodos de obtención de semilla, el número de veces de selección, la cantidad seleccionada en kilogramos, momento de la selección y las características en las que se fijó para obtener la semilla.

#### **Métodos de selección de semilla**

Los métodos de selección de semilla que a continuación se muestran fueron los tradicionales que se presentaron en el SMC, los que se consideraron como una práctica por medio de la

cual los agricultores, hombres o mujeres, tomaron una porción de su cosecha, ya sea de mazorcas o de grano, con características idóneas para ser consideradas como semilla, las cuales fueron apartadas y guardadas.

Los métodos de selección de semilla que realizaron los agricultores se agruparon en cinco grupos: (1) separado en montones; (2) apartado de mazorcas cuando usaron el maíz con dos variantes: (a) apartó cuando se manejó y (b) apartó cuando se preparó nixtamal<sup>1</sup>; (3) selección antes de sembrar; (4) selecciona una vez; y (5) recurre al intercambio (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Número de mujeres y hombres por método de selección de semilla de maíz en los valles centrales de Oaxaca.

Método	Mujeres	Hombres	Total
1. Separa en montón (SM)	25	23	48
2. Aparta mazorcas para semilla (AMS)	20	18	38
a) Aparta cuando lo maneja (AMM)	9	17	26
b) Aparta cuando prepara nixtamal (AMN)	18	14	32
3. Selecciona antes de sembrar (SAS)	9	3	12
4. Selecciona una vez (SUV)	0	4	4
5. Intercambio de semilla (INT)	0	3	3

*Separación en montones (SM).* Este método es considerado el inicio de la selección de semilla, se distinguió por la separación en dos montones de la mazorca que fue cosechada y llevada a la casa; es una práctica sanitaria y para facilitar el manejo posterior de la producción. Un montón constituido por las mazorcas más grandes y sanas, que presentaron las mejores características para los agricultores, fue usado para el consumo de la familia así como para la obtención de la semilla y, dependiendo las necesidades y usos, fueron fuente de venta, transformación (en tortillas), regalo o guelaguetza<sup>2</sup>, y en el menor de los casos para la alimentación de los animales. A este grupo de mazorcas se le llamó *montón original (MO)*.

El otro montón se formó de las mazorcas podridas y picadas, que presentaron daños debido a los excesos de humedad al final del ciclo y por el “gorgojo”, una plaga de los granos. Representó cerca del 30% de la producción total y fue utilizado como fuente de alimento para todos los animales domésticos.

Esta práctica la realizaron conjuntamente varios miembros de la familia, las personas fueron contratadas o bien se les pidió guelaguetza para la cosecha. Los responsables de la UP controlaron que las mazorcas “buenas” y más grandes, con totomoxtle<sup>3</sup>, fueran colocadas en la parte más baja del montón y conforme iba incrementando la dimensión, las que quedaban encima fueron las “pequeñas” pero “buenas”. Se colocaron así con la finalidad de dejar las mejores para el final ya sea para comer u obtener la semilla.

*Apartado de mazorcas para semilla (AMS).* Fue uno de los métodos más importantes y dinámicos de la selección de semilla, ya que se convirtió en una actividad constante en donde las mujeres hicieron notar su participación. El AMS se realizó cuando se removieron las mazorcas del MO para preparar el nixtamal (AMN) y/o cuando se le dio algún manejo (AMM) como el asoleado, el deshoje, el desgrane o cuando se alimentó a los animales.

Los agricultores, conforme usaron y manejaron su cosecha, separaron mazorcas con características ideales para semilla, ya fuera que (a) las “aventaran” encima del MO, (b) que las apartaran en un montón nuevo, o (c) que se apartaran en canastos y costales. Las mazorcas apartadas contenían o no el totomoxtle.

<sup>1</sup>Maíz cocido con cal para su posterior molido, amasado y transformado en tortilla.

<sup>2</sup>Ayuda que en cualquier momento puede ser devuelta.

<sup>3</sup>Hojas que cubren la mazorca.

Cuando los hombres aplicaron este método de división del trabajo, se centraron en el deshoje, limpia, asoleado, almacenamiento, desgrane y alimentación de ganado mayor (bovinos y equinos). Al realizar estas labores, con cierto grado de esfuerzo, los hombres iniciaron pausadamente el apartado, que se hizo más activo al pasar el tiempo.

Alternativamente a los hombres, las mujeres empezaron a separar mazorcas cuando utilizaron el maíz para la preparación del nixtamal y cuando alimentaron al ganado pequeño (porcinos, caprinos y aves). A diferencia de los hombres, las mujeres realizaron mayor esfuerzo al apartar mazorcas cuando prepararon el nixtamal ya que en el tiempo invertido, realizaban una inspección más detallada, además de que tenían que deshojar, desgranar, separar granos “buenos” de los “malos”, juntarlos con la semilla antes obtenida y finalmente almacenarla.

El apartado fue responsabilidad de ambos representantes de la familia y se complementaron. Las mazorcas apartadas por ambos miembros de la familia fueron colocadas en el mismo sitio, o en lugares distintos.

*Selección antes de sembrar (SAS).* Este método consistió en seleccionar y separar semillas de las mazorcas, quince días antes de sembrar. Se presentó cuando algunos agricultores sembraron en la época de estiaje con ayuda de algunas lluvias esporádicas o de forma segura, con riego.

Este método puede considerarse complementario al AMS, ya que consiste en separar la semilla de las mazorcas apartadas y complementarlas con semillas del MO, sí es que no fue suficiente. Sin embargo, este método puede realizarse de forma independiente de los AMS cuando sólo se recurre al MO.

Este procedimiento de obtención de semilla fue realizada principalmente por las mujeres, ya que nueve mujeres de doce casos obtuvieron la semilla en esta forma. Los hombres se encontraban preparando el terreno y la mujer fue quien se encargó de obtener la semilla. En estos casos, es posible que las mujeres hayan utilizado los AMN que realizaron en primera instancia y, después, si fuera necesario, pudo haber obtenido semilla de los AMM que realizó el hombre.

*Selección una vez (SUV).* Se caracterizó porque la obtención de la semilla se realizó en un período de uno a tres días, sin una fecha en especial ni necesidad inmediata. Cuando los agricultores decidieron realizar la selección, la mazorca pudo estar cubierta o no por el totomoxtle. Como es una práctica de sólo una ocasión la semilla provino del MO, y en algunos casos de los AMS. Es un método que suministró, en un período muy corto, la totalidad de la semilla que se requería para sembrar. La semilla seleccionada fue almacenada y protegida hasta el día de su uso.

Como se muestra en el Cuadro 2, esta práctica fue realizada solamente por los hombres. Fue una actividad de tiempo completo, y por lo mismo, la mujer dedicó poco o ningún tiempo por sus múltiples actividades reproductivas. Como es una actividad que requirió de apoyo en el deshoje y desgrane, no se puede descartar la posibilidad de que la mujer haya participado en este método.

**Cuadro 2.** Número de eventos de selección por método utilizado por mujeres y hombres en los valles centrales de Oaxaca.

Eventos de selección	Eventos de selección		
	Mujeres	Hombres	Ambos
Aparta cuando prepara nixtamal (AMN)	74	69	143
Aparta cuando lo maneja (AMM)	78	74	152
Aparta mazorcas para semilla (AMS)	152	143	295
Selecciona antes de sembrar (SAS)	9**	3	12
Selecciona una vez (SUV)	0	7*	7
Total	156	153	314

\*Diferencia significativa, prueba de t al 0.10 de probabilidad en muestras pareadas

*Intercambio (INT).* Aun cuando esta transacción de intercambio de semilla no sea propiamente una selección, presenta características como si lo fuera. Tres agricultores recurrieron a semillas de una fuente externa, uno quería sembrar en la época de estiaje, otro quería renovar un tipo de semilla y el otro quería completar la cantidad para sembrar. Dos de estas transacciones fueron regalos en tanto que la otra fue una compraventa. Los regalos se dan en un ámbito de solidaridad y reciprocidad, entendido en la región como *guelaguetza*.

Estas transacciones las realizan los hombres, ya sea porque recae en ellos la responsabilidad familiar o porque por costumbre sean los hombres quienes realicen las transacciones. Algunos agricultores mencionaron que las mujeres pueden participar en este método trayendo semilla de algún pariente o conocido con previo conocimiento del maíz.

Los métodos descritos pueden tener diferentes combinaciones. En cualquier actividad referente a la selección de semilla, los miembros de la familia (la abuela, el abuelo, el tío, los hijos, etc.) ayudaron con la labor, ya fuera deshojando, desgranando, separando y almacenando.

*Frecuencia de selección.* La frecuencia fue el número de veces en que se realizó una actividad de selección, a cada una de ellas se le llamó *evento de selección* (ES). El Cuadro 3 muestra que las mujeres y los hombres realizaron casi el mismo número de ES en los métodos de AMS, sin que se diera una diferencia significativa. Se observaron diferencias significativas en los métodos SAS y SUV, el primero fue más utilizado por las mujeres quienes lo realizaron nueve veces, en tanto que los hombres lo hicieron en tres ocasiones. En el segundo método (SUV) cuatro hombres fueron los que efectuaron esta actividad. Ambos métodos se realizan bajo responsabilidades diferentes pero equitativas, de acuerdo a su rol en ese momento.

**Cuadro 3.** Cantidad de semilla seleccionada por método utilizado entre mujeres y hombres en los valles centrales de Oaxaca.

Eventos de separación de semillas	Kilogramos seleccionados		
	Mujeres	Hombres	Ambos
Aparta cuando prepara nixtamal (AMN)	802	1,100	1,902
Aparta cuando lo maneja (AMM)	673	922	1,595
Aparta mazorcas para semilla (AMS)	1,475	2,022	3,497
Selecciona antes de sembrar (SAS)	192	50	242
Selecciona una vez (SUV)	0	484	484
Total	1,667	2,556**	4,223

\*\* Significativamente diferente al 0.05 de probabilidad

En la suma de los ES totales no existió diferencia estadísticamente significativa entre mujeres y hombres para asumir que la selección se realizó de forma similar. En los AMS, el hombre o mujer responsable de la unidad de producción (UP) participaron equitativamente en el número de veces de selección.

*Cantidad de semilla seleccionada.* En el apartado anterior, no se observaron diferencias significativas más que en los métodos que representaban las mujeres y los hombres. De la cantidad total de 4,223 kg de semilla seleccionada entre todas las familias, los hombres seleccionaron un total de 2,556 kg, contra los 1,667 kg de las mujeres, existiendo diferencias significativas. Sin embargo, esta diferencia no desmerece la participación de las mujeres. Los datos indican que las mujeres aportaron más de la tercera parte (39%) de la semilla que se seleccionó aquel año y el aporte lo hizo durante el proceso de selección (Cuadro 3).

Con excepción del SAS, los hombres seleccionaron más cantidad de semilla en todos los métodos que las mujeres. La mujer participa de igual forma que el hombre tanto en los métodos de selección como en los ES, pero selecciona menos cantidad de semilla, aunque suele ser con mayor cuidado; es decir, mayor paciencia y conocimientos, como mencionaron algunos agricultores. Además, la diferencia se puede explicar por los papeles diferenciados en la división del trabajo familiar.

En promedio, hombres o mujeres, seleccionaron seis veces durante el apartado de mazorcas para sembrar (AMS). La moda por cada ES, en las mujeres, fue de cuatro kilogramos, en tanto que en los hombres lo más frecuente fue que obtuvieran doce. Considerando la frecuencia de selección y la cantidad promedio de kilos obtenidos, una pareja responsable de la UP, puede llegar a seleccionar un total de 106 kg, suficientes para sembrar una superficie de 6.5 ha. El promedio de la superficie de siembra por familia en este AMS fue de 4.3 ha, lo que asegura la cantidad requerida para sembrar esa superficie de maíz más aún sin considerar que pueden conseguir semilla a través de una SAS o un INT.

### **Criterios de selección.**

Cada vez que se realizó un ES, los agricultores se fijaban en una o más de las 18 características fenotípicas de la mazorca que mencionaron (Cuadro 4), las que son necesarias para el mantenimiento y conservación del *lote de semilla* (Louette y Smale, 1998). Sobresalen los criterios de tamaño de mazorca, tamaño de semilla, sanidad de mazorca y sanidad de semilla. El tamaño de grano y/o mazorca es importante como criterio ya que tiene que ver con la percepción que tiene el agricultor con respecto a la germinación y el vigor de la planta. Por el otro lado, la sanidad de la mazorca y grano es preferible por ser la semilla “mejor” adaptada al ambiente y porque se irá al almacén por un tiempo relativamente largo.

**Cuadro 4.** Criterios de selección por mujeres y hombres en seis comunidades de los valles centrales de Oaxaca. Observaciones totales.

<b>Criterios de selección</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Porcentaje/total de criterios</b>
Sanidad de mazorca	46	57	10.7
Tamaño de mazorca	47	52	10.3
Tamaño de grano	42	49	9.5
Sanidad de grano	35	52*	9.1
Color de grano	26	35	6.3
Color de mazorca	23	37	6.2
Peso de mazorca	24	32	5.8
Forma de grano	16	29	4.7
Tamaño de olote	18	27	4.7
Color de olote	13	28*	4.3
Textura de totomoxtle	17	23	4.2
Número de hileras	15	22	3.9
Peso de grano	12	25	3.9
Forma de mazorca	12	22	3.5
Cubierta de totomoxtle	11	22**	3.4
Sanidad de totomoxtle	10	22**	3.3
Color de totomoxtle	10	22	3.3
Peso de olote	10	18**	2.9

\*Diferencia significativa al 0.10%

\*\* Diferencia significativa al 0.05%

Los hombres se diferenciaron con respecto a las mujeres, en elegir características que se pueden relacionar con aspectos agronómicos. Observaron con mayor atención la cubierta y la sanidad del totomoxtle, criterios que pueden estar relacionados con la resistencia al ataque de plagas del campo o almacén, y en el color del olote, que según percepciones de los agricultores (junto con el diámetro del olote, y el color del totomoxtle), se relaciona con el ciclo de desarrollo de la planta. En los demás criterios no hubo diferencias importantes, lo que sugiere que no

solamente son cuatro los criterios sobre los que la mujer y el hombre se fijan en la mazorca. La conjunción puede ser la mejor explicación de complementariedad que tienen ambos miembros de cada familia. Los criterios, por consiguiente, se encuentran entrelazados, cada característica es importante y se torna complejo encontrar la importancia por separado.

*Período de selección de semilla.* A través del método más dinámico de selección, el apartado de mazorcas para semilla (AMS) se logró establecer un *período de selección* (PS), ya que presenta eventos constantes con cierta frecuencia y tiempo. El período de selección se refiere al momento en el cual los miembros de la familia seleccionan, de una forma dinámica, la proporción de mazorcas que serán utilizadas como semilla para el siguiente ciclo. Los elementos del PS están integrados por los *eventos de selección* (ES), *cantidad seleccionada* (CS), la fecha y el número de días que duró esta actividad. El inicio del PS se estableció cuando más de la mitad de las personas (mujeres y hombres) realizaron la selección tomando en cuenta los ES y la CS. La conclusión del PS se marcó cuando se obtuvo la totalidad de la semilla. Un período consta de 120 días, y fue desde la tercera semana de enero hasta la tercera semana de abril.

La Figura 1 muestra que las mujeres empezaron a seleccionar desde la semana doce, tercera semana de enero, y continuaron por un espacio de dos meses más, de los cuales, en la segunda semana de marzo, tienen su máximo y decrece bruscamente en abril. Los hombres inician una semana después que las mujeres y continúan el proceso durante tres meses. La curva presenta una característica singular ya que por un momento parece que la mujer inició más rápido a seleccionar y, de pronto, se cruza la curva de los hombres. Es probable que la selección se alterne y el hombre pueda estar seleccionando más y de momento la mujer lo alcanza y sustituye, ocupando su lugar.

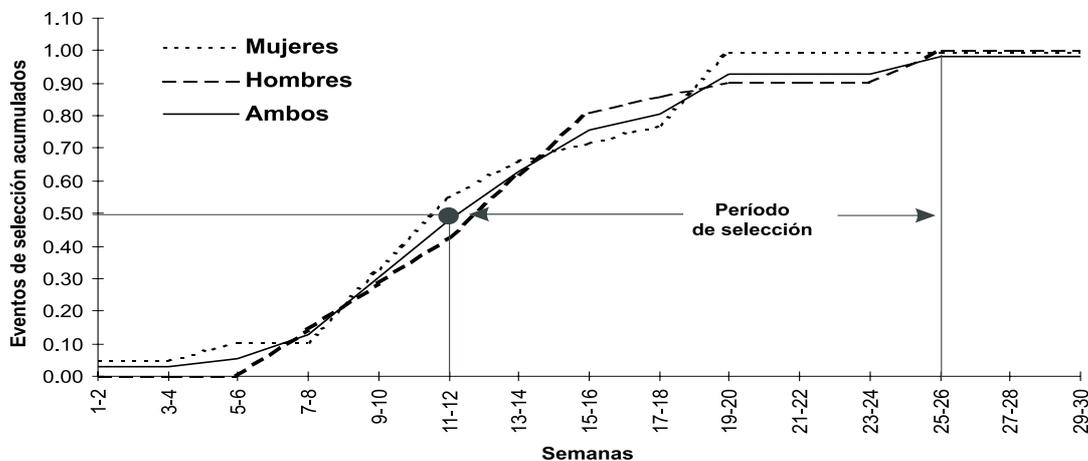


Figura 1. Momentos y períodos de selección de semilla de maíz

El hecho de que la mujer tenga un período de selección más corto que el hombre no significa que deje de realizar la selección, pero sí que tal vez su tiempo sea limitado y tenga que ocuparse de otras tareas. También se debe acotar que hubo más mujeres que realizaron SAS comparado con los hombres. Este PS puede tener implicaciones importantes en la selección de la semilla de siembra al obtener el grano de un número adecuado e importante de mazorcas a través del tiempo, y lograr con esto una mayor variabilidad y a la vez representatividad de toda la población cultivada.

### **Discusión**

Rice *et al.* (1998) en un trabajo también en México, mencionan que las mujeres seleccionan la semilla cuando preparan el nixtamal; sin embargo, los resultados indicaron que el hombre también hace la selección. Al parecer, el hombre aparta una gran cantidad de mazorcas para que después sean desgranadas, ya sea por él mismo, por la mujer o algún otro miembro de la familia, pero siempre bajo observación de ambos responsables.

Aun cuando las mujeres hayan seleccionado menos cantidad de semilla, 39% del total, y aportado casi el 50% de los eventos de selección totales, la duda es, qué tanto ese aporte es real, qué calidad tiene esta proporción y si contiene los criterios de consumo que ellas pueden observar en la mazorca.

Es posible que las mujeres aporten más del 39% de la cantidad de semilla o que esta sea de mejor calidad. Ellas realizan la selección antes de la siembra y alternan en los momentos en que no está el hombre, además es más “curiosa” o cuidadosa en hacer la selección. Para sembrar una hectárea de maíz en la región se requieren de 16 kg de semilla, el promedio en superficie por familia, en las 24 de estudio, fue de 4.3 ha y una mujer seleccionó un promedio de 66.7 kg; entonces, la cantidad que ella selecciona cubre el 97% de la superficie promedio a sembrar. De ser así, las mujeres estarían seleccionando semilla de mejor calidad y más eficientemente que el hombre. Aún más, si en algún momento el hombre, responsable de la unidad de producción, tiene que salir a trabajar a otra parte y esto le impide realizar esta actividad, y por tanto, la mujer tiene que darle la continuidad al cultivo realizando totalmente la selección de la semilla (comunicación personal J. A. Aguirre, 2002; Song, 1998). La estimación de la calidad de semilla que seleccionó la mujer quedó fuera del alcance de los resultados de este trabajo.

Aunado a esto, los criterios de selección muestran que puede ser la mejor forma de complementariedad entre ambos. Los cuatro criterios principales para las hombres fueron los mismos que para las mujeres; sin embargo, estos no fueron los únicos criterios. Se describieron dieciocho características de la mazorca que adquieren más importancia dependiendo de la situación y necesidades de cada agricultor. Así, la mujer puede observar características de consumo (a conclusiones similares llegaron Hernández, 1972 y Tapia y De la Torre, 1997) en tanto que el hombre podría estar observando características agronómicas.

Los elementos analizados en los resultados como fueron los métodos, los eventos, la cantidad, los criterios, así como los momentos de selección, sugieren que no se puede hablar de una diferencia entre mujeres y hombres en el proceso de selección de semilla, sino de una complementariedad. La posición de este trabajo es colocar a la mujer y al hombre y, por qué no, a los miembros de la familia, en forma equitativa en este proceso.

### **Conclusiones**

La mujer al igual que el hombre, interviene en forma directa en la toma de decisiones en el proceso de selección de semilla de maíz en los Valles Centrales de Oaxaca. La selección de semilla no se puede ver sin desligar la participación de la mujer y la del hombre, por lo tanto, es una condición de la sociedad, de mutuo acuerdo y de complementariedad.

Para la mujer, la selección de semilla es una actividad que mantiene su patrimonio, conservando el maíz, y a través de la que crea, acumula y transmite estos conocimientos y son más cuidadosas o “curiosas”.

La selección de semilla es un proceso dinámico y metódico, el cual puede ser establecido en un *período de selección*, importante para incidir en la búsqueda de su eficiencia, como puede ser captar la mayor variabilidad existente y la mayor representatividad de la población, mejorar las prácticas de almacén de semilla y favorecer los intercambios de semilla, entre otras.

## Reconocimientos

Los autores agradecen al Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo de Canadá por los fondos proporcionados y al CIMMYT por el apoyo técnico y humano. De forma especial a las autoridades, familias y encuestadores de cada una de las comunidades.

## Referencias

- Aguirre G., J. A. y J. A. Quijano C. 1992. Perspectivas en la investigación con la participación de pequeños productores. *In: Memorias del Coloquio Mesoamericano de Sistemas de Producción*. ORSTOM Francia y C.P.-CEDERU, México.
- Chiriboaga, M., R. Grynspan y L. Pérez. 1995. Mujeres de maíz. IICA, BID, Costa Rica.
- Doss, C. R. 1999. Gender issues and maize production in Africa: Implications for agricultural research. *Economics Program Paper 99-02*. CIMMYT. Mexico, DF.
- Duvick, D. N. 1995. Annual Meeting of Am. Ass. Adv. Sc., Atlanta. GA. USA.
- Hernández X., E. 1972. Consumo humano de maíz y el aprovechamiento de tipos con alto valor nutritivo. *In: Memorias del simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo*. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- Hernández X., E. 1978. La participación de la mujer en la selección bajo domesticación de plantas cultivadas en las regiones cálido húmedas. *Agrociencia (México)* 71:287-294.
- Louette, D. and M. Smale. 1998. Farmers' seed selection practice and maize variety characteristics in a traditionally-based Mexican community. *Economics Working Paper 98-04*. CIMMYT. Mexico.
- Rice, E., M. Smale and J.L. Blanco. 1998. Farmers' use of improved seed selection practices in Mexican maize: Evidence and issues from the Sierra de Santa Marta. *World Development* 26:1625-1640.
- Smale, M., A. Aguirre, M. Bellon, J. Mendoza and I. Manuel Rosas. 1999. Farmer management of maize diversity in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico: 1998 baseline socioeconomic survey. *Economics Working Paper No. 99-09*. CIMMYT. Mexico, DF.
- Song, Y. 1998. New seed in old China: impact of CIMMYT's collaborative program on breeding in southwestern China. Technical and Institutional issues in PPB-done from a perspective of farmer plant breeding. *Working document No.2*. CGIAR-CIAT.
- Tapia, M. E. y A. De la Torre. 1997. La mujer campesina y las semillas Andinas: Género y el manejo de los recursos genéticos. FAO, IPGRI. Lima, Perú.

## La vegetación maya: otra forma de cosmovisión

*Juan Ramón Bastarrachea Manzano*

*Centro Regional Yucatán del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH-Yucatán) km 7 Antigua Carr. a Progreso, Mérida, Yucatán, México. Fax (999) 9440043.*

### **Summary**

**Mayan vegetation: A different form of cosmovision.** While it frequently is said that the mere cataloging of data obtained in field research is not “doing science”, it is hardly ever recognized (even though it is the primordial objective of science) that discovering the organic order of the universe of studiable things not only involves processes of interpretation, but also that this order itself reflects the nature of the components of this universe. As such, the diverse relationships of these components can be explained and, in this way, one can try to understand the origins in order to bridge the lines of evolutionary development for the phenomena that are analyzed. An ethnobotanical study was undertaken with the objective of understanding the traditional knowledge of the multiple and diverse elements of a flora within a cultural boundary, which in this case is the geographical territory of the present-day Maya of the Yucatan peninsula. Since plants have different levels of value within a given culture, they can be studied from diverse perspectives, for instance by focusing on their magical value, religious importance, institutional value, or economic value, to name but a few possible perspectives.

The majority of the plants known to the Mayas appear to be recognized because of their demonstrable (or suspected) curative properties. Many plants without recognized uses not only possess one or more denominations in Maya, but also are recognized in Maya as different morphological, technological, genealogical, and even ecological entities. This seems to indicate (up to a certain point) that mere cognitive intention holds important value for the Maya. Not only is medical ethnobotany important for its empirical and magical aspects, but we also should keep those aspects in mind when considering how threatened ecosystems today are managed by modern practices and techniques whose application throughout the Yucatan peninsula could be disastrous in both the short and the long term.

The study of traditional uses of ecological niches by humans will be able to contribute to the maintenance and regeneration of these niches in the face of the massive destruction of our time. This contribution tries, then, to rescue part of the naturalistic wisdom of both the long-ago and present-day Mayas.

**Key words:** Cosmovision, plant values, traditional knowledge.

### **Introducción**

En toda la península de Yucatán, México, desde hace muchos siglos se mantienen inter-contactos, entre los grupos humanos, y la flora y fauna. Los mayas yucatecos sostienen una compleja diversidad de esos contactos, expresada en su idioma, aunque con localismos en los tres estados peninsulares (Campeche, Quintana Roo y Yucatán). En forma somera, se expone un panorama de lo que en el Instituto Nacional de Antropología e Historia está investigando respecto a la cultura de los mayas actuales en cuanto a la etnografía de México en el siglo XXI.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar el enfoque de la cosmovisión indígena desde el punto de vista de los campesinos y de sus intelectuales conocidos *j-meenes* quienes perciben y proyectan una forma más clara de su universo, tal como ellos vislumbran a esta cosmovisión vegetal-humana, puesto que aunque también campesinos, tienen conocimientos para curar a la gente en cuanto a las dolencias de origen biológico como espiritual. Usualmente penetran a

los montes para enfrentarse a los *yuumtsilo'ob* (señores guardianes de los montes, cenotes y aguadas) y obtienen de ellos los beneficios y los permisos para resguardar y proteger a los seres humanos y sus cultivos o milpas.

Aquí, el monte es interpretado por los mayas como un ser vivo, que contiene múltiples cosas, animales y vegetales, todas vivas y con alma (tanto particular como una totalizadora o sea la del *monte-universo*). Los mayas nunca han considerado al suelo en sí (entre otras cosas por no ser muy fértil) sino que la riqueza es por el humus de la vegetación y de la masa de microorganismos que permite que prosperen los bosques y los seres vivos que ahí habitan.

La *milpa* (sistema de producción) es el producto del esfuerzo humano, y cuando se realiza, culturalmente, es a través de un "convenio ritual" entre los humanos y las deidades guardianas y dueñas del monte.

### **Métodos**

Se suele decir que la mera catalogación de los datos obtenidos en la investigación de campo "no es hacer ciencia" y casi nunca se reconoce, aunque fuera éste el objetivo primordial de la ciencia, y que el descubrimiento del orden orgánico del universo del objeto de estudio no involucra solamente a los procesos de interpretación sino que en dicho orden se refleja la naturaleza y los componentes del universo. De tal manera que pueden explicarse las diversas relaciones que suelen guardar entre sí y así intentar conocer (y reconocer) los orígenes para poder trazar líneas de desarrollo evolutivo respecto a los fenómenos analizados, hombre-universo.

Un estudio etnobotánico debería darse con el objeto de conocer esta actitud tradicional hacia los bosques de acuerdo a los variados elementos que se encuentran en la flora dentro de su marco cultural, y de esta forma sería en el territorio geográfico de los mayas actuales de la península de Yucatán, donde las plantas presentan diversos niveles de valor dentro de esta cultura.

La vegetación puede ser estudiada desde diversas perspectivas, tales como la mágica, religiosa, la utilitaria y/o la económica, por decir algunas. Evidentemente la mayor parte de las plantas conocidas por los mayas actuales, lo son por sus comprobadas o supuestas propiedades curativas. Muchas plantas de uso reconocido no sólo poseen una denominación en maya, sino que se reconocen diferentes aspectos morfológicos, tecnológicos, genealógicos y aun ecológicos. Esto parece indicar que además de la mera intención cognoscitiva que tienen los mayas, del valor de sus recursos, hay que considerar la etnobotánica médica, en sus aspectos empíricos y mágicos, así como el manejo de ecosistemas. El estudio de usos y costumbres en los diversos nichos ecológicos en cuanto a su delimitación por los seres humanos, pudiera contribuir a su mantenimiento y regeneración ante la destrucción masiva de los ecosistemas.

El presente estudio integra los esfuerzos de intensa recopilación de información de viva voz, en lengua maya, acerca de un grupo de plantas útiles en diversas comunidades de la península de Yucatán, mediante entrevistas diseñadas para el caso. Posteriormente se hizo un análisis etnolingüístico considerando los diferentes diccionarios mayas más recientes (Barrera *et al.*, 1976; Cordemex, 1980; Bastarrachea *et al.*, 1992).

### **Resultados**

Entre los mayas actuales de la península yucateca, diversas plantas poseen un valor mágico-religioso y se utilizan en algunas ceremonias de carácter ritual, y de relación onomástica con las deidades prehispánicas. A continuación, una lista breve de algunas plantas con valor mágico y religioso:

1. *Baalche'* (*Lonchocarpus violaceus*). Su corteza es utilizada en la preparación de la bebida ritual denominada "*baalché*" o "*balche*" que se usa en las ceremonias relacionadas con las actividades agrícolas.

2. *Boob (Coccoloba schiedeana)*. Esta especie es común en el bosque seco peninsular. Sus hojas sirven de envoltura en los diversos “panes ceremoniales” antes de ponerlos a cocer en el horno subterráneo o *píib*.
3. *Chakaj (Bursera simaruba)*. Con la madera de este árbol, el *j-meen* o sacerdote agrario fabrica el *Leelem* o instrumento parecido a un machete que simula al rayo que produce el *kuumk'u' cháak*, o principal *cháak*, el cual es manejado por la persona que lo personifica durante la ceremonia para atraer la lluvia o *ch'a' cháak*.
4. *Ja'abin (Piscidia communis)*. Aunque la planta en sí es considerada como “fría”, sirve como un instrumento de medición de la temperatura cultural del suelo. Para realizar la auscultación se entierra un pedazo de *ja'abin* y si después de tres días al sacarlo del terreno, si permanece fresco o vivo, la tierra es “fría”, en cambio si sale reseco entonces la tierra es “caliente”.

En los altares que se construyen para las ceremonias del culto indo-colonial hacia los *yuumtsilo'ob* y los *cháak-es*, se usan ramas de *ja'abin* para amarrarlas a las esquinas de dichos altares, uniendo sus extremos superiores para formar arcos, dos de cada lado.

Para las ceremonias del *ch'a' cháak* se ponen ramas de *ja'abin* sobre la cruz verde para protegerla de los rayos del sol. La corteza del *ja'abin* sirve para cubrir las piedras que han sido calentadas al rojo en el horno subterráneo o *píib*, para posteriormente colocar encima lo que se va a cocer. En cuanto a la ceremonia de redención de algún corral, el altar circular simulado en el suelo en el centro del corral, se cubre con hojas de *ja'abin* o se atan al poste o *mayol che'* que suele sembrarse en el centro.

En diversos sitios de la península, los frutos del *ja'abin* sirven para conocer el tiempo adecuado para iniciar el *took* o quema de la futura milpa (parcela de cultivo). Es decir, esto es cuando suenan las semillas por estar secas en la vaina.
5. *Jalal (Phragmites australis)*. Es un carrizo o tallo alargado con propiedades “frías”. De su junco o tallo se fabrican las lancetas para cortar el cordón umbilical de los recién nacidos. Los *j-meen-es* usan las cañas del *jalal* como estuche para sus piedras de adivinación o *saastun-es* y otros instrumentos como los huesos de pescado para realizar operaciones de sangrado.
6. *Joma' (Crescentia cujete)*. Con el fruto de esta planta se elaboran los vasos rituales designados con el mismo nombre utilizados por el *j-meen* y sus acompañantes en las ceremonias de la milpa y de las grutas, y, eventualmente para que éste haga sangrías curativas y aplique ventosas (extracción de “aire”). Durante la ceremonia del *janlikool*, (la comida de la milpa) el *j-meen* usa un recipiente de *joma'* más pequeño que los comunes para una parte importante de la ceremonia en la cual, las hojas de *ja'abin* lo tapan formando con ellas una cruz.
7. *Ixi'im (Zea mays L.)*. La sagrada planta del maíz. Sus frutos y granos se utilizan en diversas formas en todos los ritos religiosos; para elaborar panes y bebidas o para ofrecer sus mazorcas cocidas bajo tierra (*joolche' píibilnal*). El maíz germinado es usado para adivinar la suerte del enfermo: el *j-meen* cuelga fuera de la casa un recipiente vegetal (jícara, *leek* o *joma'*) con *saka'* (bebida de maíz cocido y molido); si los maíces germinados aparecen flotando por pares, el pronóstico de su salud será bueno, de lo contrario el pronóstico será malo.

8. *Ixi'm ché* (*Caesaria nitida*). Con la madera del *ixi'm ché* se fabrica el arco que se pone en la mesa altar durante las ceremonias del *Ch'a' Cháak* o del *Janlikool*. La hoja se utiliza como cuchara para tomar un poco de vino sagrado de *baalché* (bebida fermentada con miel y la corteza del árbol *Lonchocarpus* spp.) y las ramitas apropiadamente cortadas para hacer la señal de la cruz en ambas ceremonias.
9. *K'uuts* (*Nicotiana tabacum*). Tabaco, suple a la sagrada planta de *sipche'* en algunos casos del rito de "santiguar". En Quintana Roo aún se utiliza el cigarro ceremonial. También es un objeto que se ofrenda a las deidades. *K'u uts* significa "bondad de Dios".
10. *Nikte'* (*Plumeria* spp). Flor de mayo, es la flor sagrada ofrecida en los altares católicos. En algunos lugares del sur del estado de Yucatán las muchachas llevan la flor en el cabello para atraer al hombre que les gustaría como esposo o amante pasando frente a él. Esto es una reminiscencia del valor mágico de esta flor como símbolo o filtro de amor. La ceremonia del *k'ay nikte'* que se practica aún hoy para atraer al amante fugitivo está descrita parcialmente en el libro de *Los cantares de Dzitbalche'* (Barrera, 1965). En toda Mesoamérica tuvo y parcialmente sigue teniendo relación con el sexo, el amor, sus ritos, ceremonias y deidades. En ciertos poblados se utiliza en la consagración de un nuevo *j-meen*.
11. *Poom* o copal (*Protium copal*). La resina es usada para los sahumeros rituales mayas.
12. *Sikil* (Semilla de *Cucurbita* spp). Se usa simbólicamente en la ceremonia del *Jéets Méek'* o iniciación simbólica del infante en las actividades propias de su género. Cada vez que da, una de las 9 o 13 vueltas rituales alrededor de la mesa, la madrina o el padrino en cuestión, toma una semilla de la mesa para tal efecto y la abre para comer su contenido. El significado es que la mente del niño sea abierta a la cultura de su grupo social.
13. *Sipche'* (*Bunchosia swartziana*). Sus hojas se usan para retacar al cartucho de la escopeta (o para retacar la escopeta que antiguamente se cargaba por el cañón), si uno quiere cazar con ella al *Sip*, guardián o protector de los venados. En el oriente del estado de Yucatán durante la ceremonia del *jaats' paach* o "flagelamiento de la espalda" se utilizan las hojas para adornar la mesa ceremonial en casa del encargado o *Nojoch Mayol* y una rama se usa para golpear levemente la espalda y la cabeza de las bailadoras "vaquerías" para purificarlas y protegerlas de los malos vientos que durante el baile de "la vaquería" han acumulado ellas mismas por las licencias del baile y por no haber dormido regularmente. En general, es un antídoto contra los malos vientos usado en numerosas ceremonias de raíces indígenas. *Sipche'* significa "El árbol de *Sip*", *Sip* es la deidad protectora de los venados.  
 En algunos lugares los cazadores se refieren a él como "el dueño o el señor de los venados". Durante la ceremonia de los *Loj Korral* se amarra al joven que representa a *Wáan Túul*, al poste o *Mayol che'* y se le da a beber aguardiente. Otra persona lo vigila a su vez para que no se duerma y para el efecto, le pega con cierta frecuencia con ramas de *sipche'*.
14. *Sukure iik* o chile (*Capsicum annum*). Es usado para ahuyentar a los malos vientos en las ceremonias de "Santiguar".
15. *Taankas che'* (*Zanthoxylum fagara*). Raspaduras de su corteza son agregadas a ron aguado, mixtura con la que el *j-meen* "cura" los ojos de las "vaqueras" o sea las muchachas que participaron en los bailes de las fiestas populares con objeto de que los malos vientos no

les hagan daño y no tengan pesadillas al dormir. Cruces de la madera de esta planta son enterradas conjuntamente con tallos de *jalal che'* (*Pedilanthus nodiflorus*) en las cuatro salidas de los pueblos para prevenirlos de los malos vientos. El entierro de estas plantas debe contener además, un trozo o navaja de obsidiana y una pizca de sal. También sirve para elaborar cruces de su corteza, las que se ponen a los niños en sus collares para protegerlos, así mismo, de los malos vientos.

16. *Tuk'* (*Acrocomia mexicana*). En la ceremonia de la bendición o redención del sitio de residencia denominada en maya como *loj kajtal*. Se usan las semillas o huesos del *cocoyol* o *tuk'* como vasos diminutos para ofrendar *baalche'*. También se usan los cocoyoles para hacer collares contra los malos vientos.
17. *Xiat* o *Yuyat* (*Chamaedorea graminifolia*). Es una planta palmácea “fría”. Es utilizada para el altar-mesa durante la ceremonia del *Ch'a' cháak*, representando al monte o sea a la naturaleza con toda su fuerza vital.
18. *Ya'axche* (*Ceiba pentandra*). Las niñas no deben jugar con sus frutos porque corren el riesgo de tener senos grandes y colgantes. Cuando tiene abundantes frutos es signo de que las cosechas serán abundantes. El tronco de este árbol se corta y se transporta ceremonialmente para plantarlo en medio de la plaza de toros en las fiestas pueblerinas anuales, para servir de poste central donde se amarran los toros. Para presidir la fiesta se escoge una planta joven o *ya'axche'* de tronco muy verde.  
En la historia de toda la cultura mesoamericana, la ceiba fue un árbol sagrado. Para los mayas simbolizó el origen mismo de la vida humana y se le rindió culto. El nombre *ya'axche'* significa “árbol verde” o sea, proporcionador de vida.
19. *K'in-im* (*Ceiba schottii*). El nombre esotérico de la ceiba es *Imix*, cuya representación jeroglífica es parcialmente una mamá. Por otra parte, se consideró a la ceiba como la madre de la humanidad o de la tierra misma. Es una deidad terrestre. *K'in-im* podría significar “la madre (o mamá) del sol”. A esta planta se le denomina también *pi'im* o *k'uch*.
20. *K'u' che'el* (*Machaonia linderiana*). El nombre maya significa “árbol de los dioses”. Esta planta rubiácea llamada también *k'u'il che'* (en su forma más completa) *k'an pokolche'*.
21. *Xaache' Xtaabay* (*Pithecoctenium echinatum*). En la actualidad la *xtaabay* es un demonio que en forma de mujer bella atrae a los hombres por la noche en la vecindad de los poblados para matarlos. Es versión moderna de la deidad de la caza, contraria a *Sip* folklóricamente, se cree que la *xtaabay* utiliza las cápsulas de los frutos como cepillo para peinar su larga cabellera ya que *xaache'* significa peine para el cabello. También se le llama a esta planta *X-nej Tolok* ó *X-nej Ma'ax* que significa respectivamente cola de basilisco (*Basiliscus* sp.) y cola de mono. El nombre técnico genérico significa peine de mono.

Para los mayas yucatecos las plantas se subdividen, según su biotipo o forma biológica en por lo menos nueve grandes grupos:

1. *Che'*; árboles y arbustos, plantas leñosas
2. *Xiw*; plantas herbáceas
3. *Áak'* ó *kan*; plantas trepadoras y rastreras
4. *Su'uk*; gramíneas y *Ciperaceae*
5. *Kij*; agaves

6. *Xa'an*; *Palmaceae*
7. *Ts'ipil*; nolin y *Beaucarnea*
8. *Tuk'*; yucas
9. *Tsakam*; cactus

Independientemente que la pertenencia a dichos grupos se exprese o no en los nombres particulares o específicos de cada planta, de los grupos anteriores, tres son los fundamentales: *che'*, *xiw y su'uk*; y después *Áak'* o *ka*. Muchos de los géneros de la taxonomía botánica tradicional maya corresponden a géneros reconocidos por la taxonomía científica. Otros en cambio, incluyen dos o más géneros de la misma familia botánica.

Numerosas plantas con denominación en lengua maya tienen nombres que comienzan con los morfemas *chak*, *k'an*, *sak* y *éek'*; esto es, con el signo de un color aplicado al lexema al cual precede. Estos cuatro señaladores de lexemas con significado genérico parecen corresponder a una antigua nomenclatura culta cuyos vestigios se encuentran mezclados con otra de carácter popular.

*Chak*, tendrá diversos significados tales como rojo, lo que es fuerte, poderoso, rayo, y es un color asociado al oriente, "señal del amanecer del mundo". De acuerdo con Bruce *et al.* (1971) por simbolismo lingüístico, *cháak*: lluvia, podría participar en el mismo juego de conceptos con asociaciones adicionales de fecundidad.

*K'an*, significa amarillo y es color asociado con el sur.

*Ya'ax*, significa verde y ocasionalmente azul; también puede significar precioso. Es color asociado con el quinto punto cardinal de los mayas, el centro, el lugar desde donde se señalan los otros cuatro y las direcciones de arriba y abajo.

*Sak*, significa blanco y es color asociado con el norte. Otra acepción sería falso o imitador.

*Éek'*, es la denominación menos común y significa negro y también es asociado con el poniente. Los géneros vegetales que califica también pueden tener el sufijo *Box*, oscuro, prieto o moreno.

Es notable el hecho de que el árbol sagrado de los mayas, la ceiba ó *ya'axche'* no aparezca con un nombre genérico significado por un color. Sin embargo, realmente lo está por *ya'ax*, verde en la reminiscencia *ya'ax che'* que lo designa cuando se selecciona un ejemplar joven, de tronco verde, para sembrarlo en medio de una plaza o de un corral que se va a utilizar como ruedo taurino. Además, el nombre esotérico de la ceiba, *imix* ó *imixche'* es calificado por *chak*, *sak*, *k'an* y/o *éek'*, en relación con las deidades de los cuatro puntos cardinales, a cada una de las cuales corresponde un color y un ave con marcas de ese mismo color en el plumaje. Así como *ya'ax* verde, significa el centro desde el cual se marcan los rumbos este, norte, oeste, y sur.

*Ya'ax imix che'*, la ceiba verde "sostiene el plato y el vaso, la estera y el trono de los *K'atun*-es por ella viven" (Barrera y Rendón, 1948).

La relación con los colores asociados a los puntos cardinales no es de tipo geográfico ni meramente descriptivo sino esotérico y quizá esté ligado con los atributos de las deidades correspondientes que son una sola y cuatro a la vez; un *chak* y cuatro *chaak*-es. El *chak* del oriente, rojo, manda la lluvia (*cháak*) que da vida. El *chak* del norte, blanco, manda el frío, el *chak* del sur, amarillo, manda el viento; y el *chak* del poniente, negro, manda la enfermedad y la muerte, según diversos informantes del oriente de Yucatán y Quintana Roo.

Los términos genéricos calificados por un color (y a veces por el propio color) son por sí mismos descriptivos y tienen su origen en nombres-frase cuyo significado literal se ha perdido como tal y que sólo puede descubrirse mediante un cuidadoso análisis etimológico.

Hoy, por ejemplo, *abal* significa simple y popularmente “ciruela” y para cualquier botánico sería exactamente *Spondia*. Nadie toma en consideración que *abal* se deriva de *a'+ab+al* ó *ab+al*, significa “acuoso, que se pone blando o aguado”, cuando se habla comúnmente. Lo mismo sucede al pronunciar la palabra castellana “automóvil”, que significa “se–mueve–por–sí–mismo”.

Al parecer, coexisten, casi amalgamados, dos grandes modos y/o tradiciones en la formación de los nombres botánicos mayas. Una, quizá más antigua y al parecer también más culta, que integra la nomenclatura al simbolismo de los colores, números y direcciones que, a su vez, forman parte del concepto funcional del universo tal como era entendido por los antiguos mayas. La segunda, posiblemente menos antigua en la región, pero más sencilla y popular, con notables semejanzas a la nomenclatura *nahuatl*, que no sólo se conserva como los residuos de la primera, sino que se aplica en la formación de nuevos nombres. Por ejemplo, los aplicados a las plantas introducidas a Yucatán durante y después del siglo XVI, frecuentemente de tendencia descriptiva sin señalamiento de género, y se les puede incluir a uno pre-existente en la zona.

La coexistencia de una botánica sistemática culta con otra más popular puede ser indicio de una notable dicotomía cultural que existió entre los mayas antiguos. Por una parte, los sacerdotes de alto rango fueron los conocedores de la ciencia tal y como se presentaba en aquel tiempo y por otra, el pueblo fue su sostenedor y aun fuente de nuevos conocimientos de desarrollo y modificaciones debidas a procesos de transculturación originados por el comercio y las invasiones. Entre estos dos estratos los *J-Meeno'ob* (los libros con jeroglíficos) sirvieron de puente cultural. Es posible que las diversas concurrencias en los dos sistemas tengan explicación en la influencia tolteca, la cual comienza en el siglo X y termina, al menos en la costa oriental de Yucatán, hasta la conquista española.

Consumada la conquista, desaparecidos los altos sabios-sacerdotes mayas y destruidos la mayor parte de los *J-Meeno'ob*. Los *Shamanes* que sirvieron en diversas épocas de puente de comunicación entre la clase sacerdotal y el pueblo, permanecieron como los guardianes y mantenedores de algunas partes de la ciencia de los iniciados y como los únicos miembros de la sociedad maya capaces de ejercer funciones médico-religiosas.

Por otra parte, la transcripción secreta de algunos de los libros de *Chilam Balam* (historia Maya) y el llamado ritual de los *Bacabes* (dioses de los puntos cardinales), coadyuvó a la conservación (aunque modificada por los errores, omisiones y adiciones de los transcritores a través del tiempo) de la más valiosa información directa que actualmente se posee sobre la historia y ciertos aspectos culturales de los antiguos mayas.

En tales escritos, frecuentemente se citan plantas, ya sea mediante nombres esotéricos o por términos botánicos muchos de los cuales aún están en uso. A menudo, los términos se encuentran asociados a uno o más de los cinco colores cardinales. Respecto a esto, es necesario tener en consideración que a veces el color señala precisamente una determinada especie botánica, en tanto que en otros, la asignación es únicamente ritual.

Aunque esto es aplicable en general a las típicas clasificaciones taxonómicas “folk” mantenidas únicamente por tradición oral, en las que se reconocen fundamentalmente formas de vida, géneros y especies sin ningún sistema de codificación, no lo es del todo en los casos en que se establece un principio ordenador; es decir, un procedimiento capaz de abarcar un máximo de objetos con un mínimo de conceptos, por emplear la expresión de Hartman (1959).

### **Discusión y conclusiones**

Los nombres mayas de las plantas son, con ciertas excepciones, eminentemente descriptivos y constituyen, con frecuencia, verdaderos nombres-frase.

No se ha llegado a ningún catálogo botánico maya al igual que a ningún tratado de matemáticas o astronomía propiamente dicho. En una cultura en la que la ciencia, arte, religión y magia integran un todo estructuralmente coherente sólo se han recopilado fragmentos, y en cuanto al aspecto científico, sólo los resultados de su aplicación a la medida del tiempo, a la agricultura, a la arquitectura y a la medicina, principalmente.

La herbolaria médica maya yucatanense no sólo ha persistido por tradición oral, sino a través de escritos, algunos de los cuales pueden haberse originado de fuentes que datan del siglo XVI. Se podría pensar que los términos genéricos mayas de las plantas, hoy difícilmente analizables lingüísticamente, tuvieron remoto origen en nombres-frase descriptivos de carácter popular, pero que su engarce en la montadura de la simbología de los colores asociados a los rumbos no parece ser el producto de una larga serie de meras casualidades. El resultado de este hecho es un sistema que, aplicado consistentemente a no más de 500 géneros, dará la oportunidad teórica de distinguir de entrada un máximo de 2,500 especies. Esto resulta de modificar 500 veces el significado genérico mediante el uso del "imitador" (*sak*), amén de utilizar explícitamente morfemas indicadores de formas de vida y otros de carácter descriptivo para distinguir especies en géneros representados por más de cinco. Con tal sistema pudo haberse cubierto un número mucho mayor de especies de las que podría suponerse que existen en toda la península de Yucatán.

Al sobrevenir la invasión Tolteca del siglo X, ocurrió un importante cambio cultural en el que más que una sustitución tuvo lugar una serie de persistencias, sobre-posiciones y amalgamas de elementos que permitieron la preservación de una importante parte del conocimiento guardado por los altos sacerdotes mayas y la mezcla, más o menos integral de otra, con las aportaciones toltecas y la popularización de modos de ser y de hacer procedentes del altiplano central mexicano.

La conquista española en cambio, se caracterizó por su insistente afán de erradicación y substitución de los antiguos patrones culturales, de tal modo que causa admiración la persistencia de los que ahora subsisten como remanentes de una larga y dolorosa resistencia cultural indígena.

### **Referencias**

- Barrera M. A., A. Barrera V. y R. M. López F. 1976. Nomenclatura Etnobotánica Maya. *Colección Científica*. Etnología. I.N.A.H. México.
- Barrera V. A. y S. Rendon. 1948. El libro de los libros de Chilam Balam. Fondo de Cultura Económica, México
- Cordemex. 1980. Diccionario MAYA CORDEMEX. Ediciones CORDEMEX. Mérida, Yucatán, México.
- Bastarrachea, J. R., E. Yah y F. Briceño 1992. Diccionario Español-Maya-Español, Maldonado Eds. Mérida, Yucatán, México.
- Bruce, S. R. D., C. Robles V. y E. Ramos Chao. 1971. Los Lacandonés. Cosmovisión Maya. Proyecto de Estudios Antropológicos del Sureste. Departamento de Investigación Antropológica. I.N.A.H. México, D. F., México
- Hartman, R. S. 1959. La Estructura del Valor. Fundamentos de la axiología científica. Fondo de la Cultura Económica, México.

## Diversidad y condiciones socioculturales de los solares mayas del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo

J.A. Novelo Pech<sup>1</sup>, J.A. Ortiz Rivera<sup>1</sup>, F.J. Reyna Díaz<sup>2</sup> y J.A. Rivera Lorca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tesistas del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 Km 16.3 Ant. Carretera Mérida-Motul, CP 97345, Conkal, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios ITA 2, Km 16.3 Ant. Carretera Mérida-Motul, CP 97345, Conkal, Yucatán, México, ([jared@itaconkal.edu.mx](mailto:jared@itaconkal.edu.mx) y [rival@sureste.com](mailto:rival@sureste.com)).

### Summary

**Diversity and socioeconomic conditions of maya homegardens in Lazaro Cardenas, Quintana Roo.** The environmental crisis has been generated by new agricultural production models, causing the loss of soil and water resources, deforestation, and declines of flora and fauna, among other factors. At the same time, the mass media and the influence of urban culture have provoked the lost of cultural identity and local knowledge. Homegardens are subsistence agroforestry systems, where trees and bushes are cultivated for multi-use purposes along with crops and animals, providing complementary food and healthcare benefits. However, the benefits of these systems have been underappreciated. A typological study was carried out on 60 homegardens in Lazaro Cardenas, Quintana Roo, using vegetation components. Based on cluster analysis and the Jaccard similarity, a cluster diagram was generated using the complete-link method. Four different homegarden types were identified based on shared common species, the most abundant being *Citrus* spp., *Spondias purpurea* and *Cocus nucifera*. Animal components were evaluated in a subsample of 42 homegardens, with pigs and poultry predominant. The presence of and knowledge about medicinal plants was evaluated in a subsample of 18 homegardens. Cluster analyses also were carried out considering socioeconomic and cultural factors. Four homegarden family groups were differentiated, according to house type, level of education, and use of Maya language.

**Key words:** Crop diversity, maya homegardens, Quintana Roo state, Mexico.

### Introducción

Actualmente la pérdida de valores culturales y la crisis ambiental se agudizan debido a las tendencias de desarrollo que dirigen los medios masivos de comunicación, la penetración de la cultura urbana, creación de proyectos turísticos, explotación de los recursos naturales, abandono de las labores agrícolas y la política de globalización. En este contexto, es importante enfatizar aspectos que van más allá de las ideas románticas de conservación. Se trata de mantener y rescatar los conocimientos tradicionales que les permitan mejorar su nivel de vida a los habitantes de las comunidades rurales y planificar su desarrollo en equilibrio, o con base a la capacidad de los ecosistemas con los que interactúan (Torres, 2000; Ruiz y Orellana, 2000).

Los trabajos etnobotánicos tratan de difundir los conocimientos locales, tanto al interior como al exterior de la comunidad, evaluando las prácticas de manejo de los recursos naturales como punto de partida para el diseño de sistemas alternativos de producción sustentables (Torres, 2000).

Jiménez *et al.* (1999) mencionan que los mayas usaron las selvas tropicales para mantener una alta densidad de población (conservando la diversidad biológica) a través de la aplicación de diversas estrategias como los huertos familiares, el manejo de los ecosistemas forestales naturales y la milpa, entre otros; sin embargo, aún se conoce poco de la complejidad de estos sistemas, que continúan en uso.

Entre los diversos agroecosistemas utilizados por las familias campesinas, está la milpa (parcela de cultivo), la que provee básicamente de maíz, frijol y calabaza, y el solar o huerto familiar, como fuente de frutas, verduras y tubérculos, la farmacia en vivo, el taller de trabajo y fuente de recursos primarios para la generación de ingresos (Jiménez *et al.*, 1999; Lok, 1996). Así mismo, es un laboratorio donde se experimentan y cultivan especies nativas, silvestres e introducidas, convirtiéndose en reservorio de germoplasma (Canché, 2000).

Sin embargo, el fenómeno de la emigración especialmente de los jóvenes, y los actuales modelos de desarrollo en las comunidades rurales, han influenciado negativamente, dificultando la implementación de algunas innovaciones tecnológicas que permitirían un aprovechamiento de estos agroecosistemas tradicionales (Mellado, 1994; Fernández *et al.*, 1984). Es importante conocer hasta qué punto los solares están siendo afectados por el proceso de desarrollo y urbanización en el que se encuentran inmersas las comunidades rurales.

El presente trabajo tiene como objetivo general, analizar la riqueza de especies vegetales y animales en relación con las condiciones socioculturales de las familias y sus solares en el municipio Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, México. Participa una fracción de la población estudiantil de nivel bachillerato, que convive en una crisis de identidad cultural, con el propósito de revalorar el conocimiento y las experiencias de sus ancestros. Los objetivos específicos fueron caracterizar los solares con base en las especies perennes comestibles, plantas medicinales y componentes animales, y analizar su relación con algunas condiciones socioculturales como tipo de vivienda, uso de la lengua Maya, nivel de escolaridad, ocupación y origen de los padres.

### **Materiales y métodos**

El trabajo se llevó a cabo en el municipio Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, en las comunidades de Kantunilkín, Chiquilá, Solferino, San Pedro y San Ángel durante un período de seis meses (agosto del 2001 a enero del 2002).

Mediante la participación 80 entrevistadores, a quienes se les dio a conocer los formatos de registro, se compiló información de las especies vegetales presentes en cada solar, la estructura de la casa, tipo de cerco, habitantes del solar, tipo de familia, origen y edad del solar. En este trabajo se incluyen los datos de 60 encuestas.

Por la importancia y permanencia dentro de la estructura de los solares, se dio mayor peso a las especies perennes alimenticias, y se registró la presencia-ausencia. Las características socioculturales se registraron como variables multiestado, considerando el tipo de vivienda, en tres categorías: tradicional maya, combinada urbana-tradicional y urbana; la lengua: lengua maya, bilingüe con predominio de maya, bilingüe con predominio de español, y español. Para el caso del nivel de escolaridad, los cinco fueron sin escolaridad, primaria, secundaria, preparatoria y nivel técnico ó profesional. Origen de los padres: originarios de Kantunilkín e inmigrantes y por último, la ocupación del padre, se consideró: agricultor, otra actividad agropecuaria, empleo no relacionado con las actividades agropecuarias, actividad mixta y padres pensionados.

Con la matriz básica de los 60 solares se realizó el análisis de conglomerados (*cluster analysis*) utilizando NTSYS 2.0, por medio del coeficiente de ligamiento simple que emplea datos multiestados y para generar el dendrograma de tipología de solares se utilizó el método de clasificación jerárquica no traslapada (SAHN) por el vecino más lejano.

Para el componente animal se diferenciaron las especies y su abundancia, utilizando una submuestra de 42 solares. Se empleó el índice de distancia euclidiana y posteriormente se generó el dendrograma con el método de SAHN por el vecino más lejano.

De igual forma se obtuvo una submuestra de 18 solares considerando el uso y presencia de plantas medicinales en relación con aspectos socioculturales, generando un dendrograma con la metodología antes descrita. Se realizó un análisis de correlación entre el número de

plantas medicinales conocidas y el número de integrantes de la familia y la edad de la madre; el número total de plantas del solar y la edad de la madre, número de plantas medicinales y edad del solar.

### Resultados y discusión

De los 60 solares encuestados se registró un total de 68 especies de plantas, entre ellas especies perennes alimenticias, y una clasificación de nativas y introducidas. En el Cuadro 1 se puede apreciar que del total de las ocho familias botánicas de las especies introducidas, las *Rutaceae* representan el 53%, y el 47% corresponden a otras siete familias.

**Cuadro 1.** Listado de especies perennes introducidas.

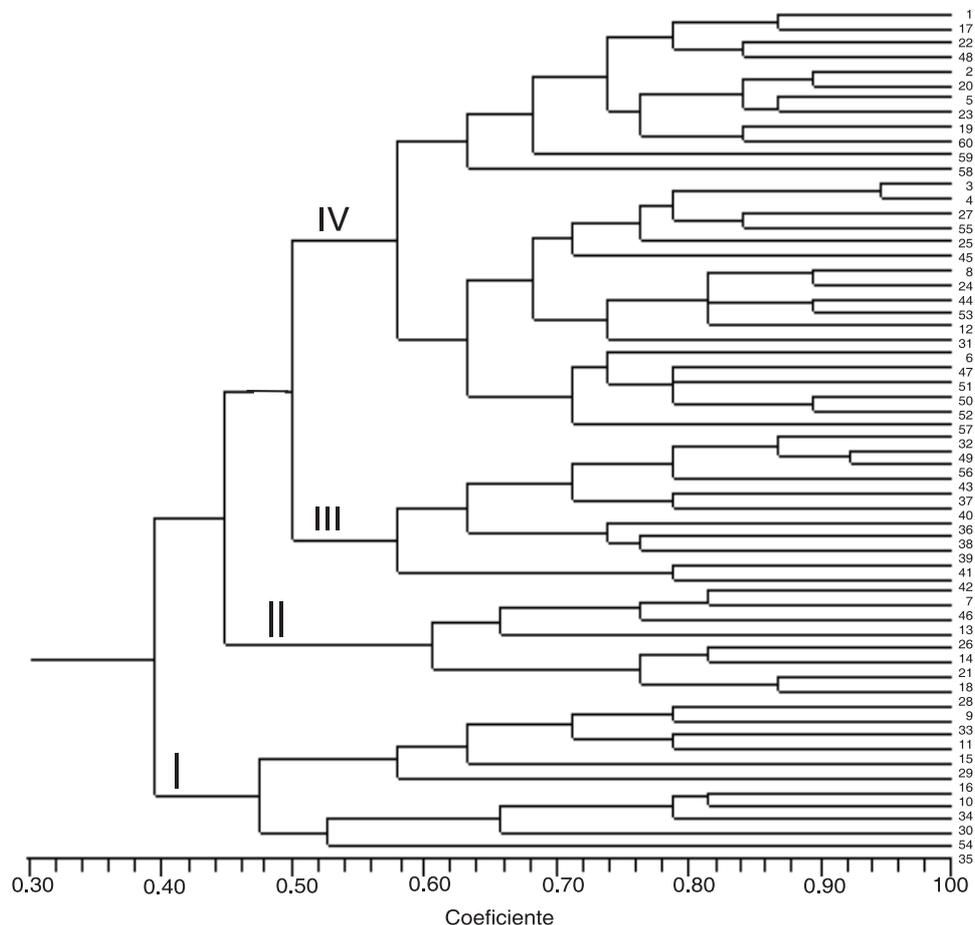
Núm.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>
2	Grosella	<i>Phyllanthus acidus</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>
3	Caña	<i>Sacharum officinarum</i>	<i>Graminae</i>
4	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	<i>Leguminosae</i>
5	Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	<i>Malvaceae</i>
6	Plátano	<i>Musa paradisiaca</i> L.	<i>Musaceae</i>
7	Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	<i>Palmaceae</i>
8	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm)	<i>Rutaceae</i>
9	Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	<i>Rutaceae</i>
10	Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i> (L) Osbeck	<i>Rutaceae</i>
11	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	<i>Rutaceae</i>
12	Cajera	<i>Citrus amara</i> Linc.	<i>Rutaceae</i>
13	China lima	<i>Citrus</i> sp.	<i>Rutaceae</i>
14	Lima	<i>Citrus limetta</i> Risso	<i>Rutaceae</i>
15	Toronja	<i>Citrus grandis</i>	<i>Rutaceae</i>

En el Cuadro 2 se listan las 18 especies nativas perennes alimenticias. De las 12 familias las *Sapotaceae* representan el 17%, las *Solanaceae*, *Euphorbiaceae*, *Cactaceae* y *Annonaceae* corresponden al 11% cada una, y las siete familias restantes integran el 39%.

**Cuadro 2.** Listado de especies perennes nativas.

Núm.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Ciruela	<i>Spondias</i> spp.	<i>Anacardiaceae</i>
2	Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	<i>Annonaceae</i>
3	Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	<i>Annonaceae</i>
4	Nopal	<i>Opuntia</i> spp.	<i>Cactaceae</i>
5	Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i> (Haworth)	<i>Cactaceae</i>
6	Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	<i>Caricaceae</i>
7	Camote	<i>Ipomea batatas</i> (L.)	<i>Convolvulaceae</i>
8	Yuca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	<i>Euphorbiaceae</i>
9	Chaya	<i>Cnidoscolus chayamansa</i> McVaugh	<i>Euphorbiaceae</i>
10	Toronjil	<i>Cedronella mexicana</i> Benth	<i>Labiatae</i>
11	Aguacate	<i>Persea americana</i> Miller	<i>Lauraceae</i>
12	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Malpighiaceae</i>
13	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i> L.	<i>Myrtaceae</i>
14	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	<i>Sapotaceae</i>
15	Zapote	<i>Manilkara sapota</i> (L.) VanRoyen	<i>Sapotaceae</i>
16	Mamey	<i>Pouteria mamosa</i> L. Cronquis	<i>Sapotaceae</i>
17	Chile max	<i>Capsicum annum</i>	<i>Solanaceae</i>
18	Chile habanero	<i>Capsicum chinense</i> (Jacq.)	<i>Solanaceae</i>

En la Figura 1 se observa la formación de cuatro grupos y subgrupos que muestran gran heterogeneidad entre solares, donde los agrupamientos no reflejan un patrón muy claro de asociación entre la estructura de los solares y las variables socioculturales. Sin embargo, el origen de los padres, la presencia de cítricos, tamarindos, cocoteros y ciruelos, influyen en la formación de los grupos.



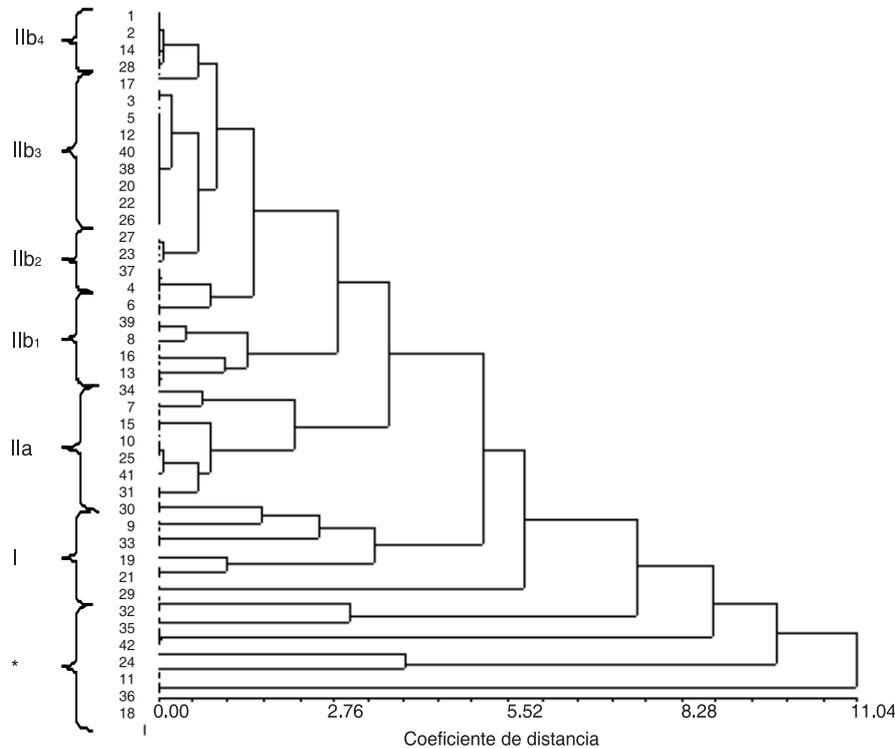
**Figura 1.** Dendrograma de las especies perennes alimenticias y variables socioculturales

En el grupo IV se encuentran 30 solares con menos de nueve especies que comparten la presencia de cítricos y la ausencia de tamarindos y cocotero, en este grupo no se aprecia una relación con las variables socioculturales. Los 11 solares del grupo III coinciden en que los padres de familia son de Kantunilkín. El grupo II corresponde a ocho solares que comparten la presencia común de ciruelos y los padres de familia son originarios de otras comunidades. Por último, el grupo I contiene 11 solares que presentan en común la presencia de tamarindos, cocoteros, limoneros, naranjos del tipo dulce y naranjos del tipo agrio. Dentro de este grupo, el subgrupo de la parte inferior (seis solares) presentan la mayor riqueza de especies con 10 a 17 plantas perennes.

Lo descrito coincide con las observaciones de Lok (1996) y de Caballero (1992) respecto a que los solares no muestran una estructura de composición de especies de plantas que se asocie con factores socioeconómicos, lo que aparentemente refleja variación en las decisiones e intereses particulares de las familias.

De los 42 solares de la submuestra para el análisis del componente animal, en 34 hubo presencia de animales (81%) y de estos, en 26 solares se encontraron cerdos y gallinas, aunque no necesariamente coexistiendo. Los pavos estuvieron presentes en 10 solares, y otros animales como caballos, conejos, bovinos y caprinos se registraron en siete solares.

En la Figura 2 se observa un gradiente en la parte inferior del dendrograma que incluye siete solares que tienen la mayor diversidad de animales, con pocos individuos de cada especie entre caballos, bovinos, caprinos y conejos. El grupo I, con cinco solares, se caracteriza por presentar en común gallinas y pavos. En el grupo II se encuentran los cerdos. En el subgrupo IIb<sub>1</sub> hay presencia de gallinas y cerdos. Mientras que en el subgrupo IIb<sub>2</sub> se encuentran los solares que tienen en común gallinas. En el subgrupo IIb<sub>3</sub> se tiene ausencia de animales y por último en el subgrupo IIb<sub>4</sub> existe la presencia común de cerdos.



**Figura 2.** Dendrograma del componente animal.

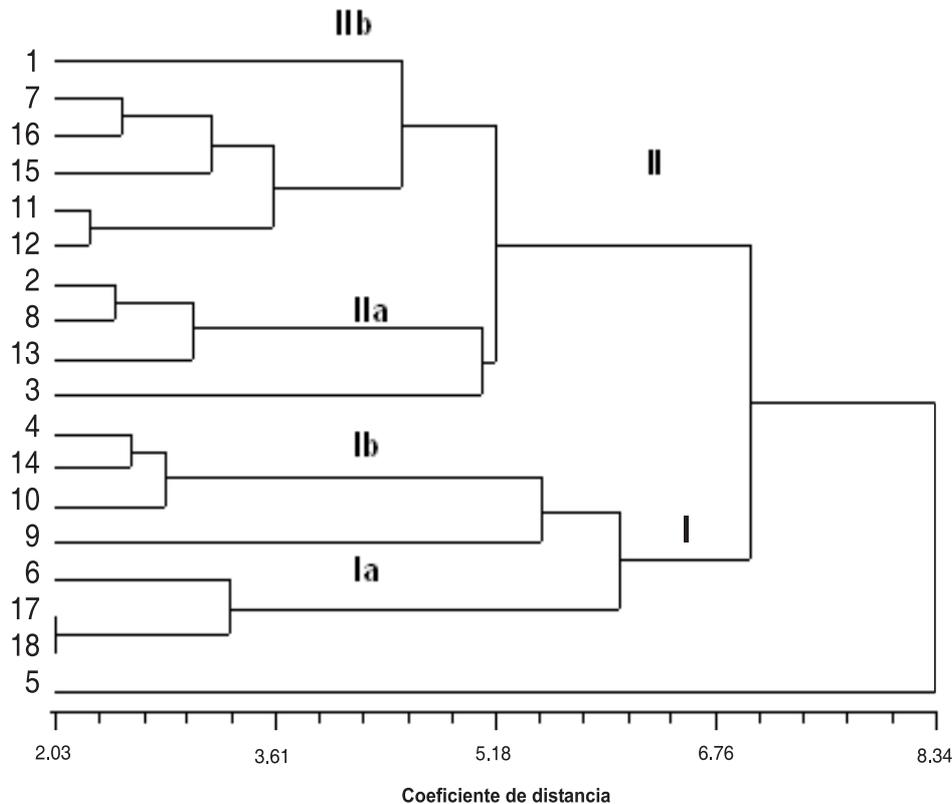
La cría de animales en el solar sigue siendo una actividad importante para las familias de la Península de Yucatán, ya que permite ahorrar dinero para responder a necesidades no previstas y obtener artículos de consumo. Además de que se emplean los animales en festejos religiosos y familiares, contribuyendo al aporte de proteína como lo indican Acosta *et al.*, (1998), Stuart (1993) y Terán y Rasmussen (1998).

Resultan particularmente importantes la presencia de cerdos y aves en los solares debido a su facilidad de manejo, compatible con otras actividades de las familias campesinas y con sus hábitos alimenticios (Acosta *et al.*, 1998). Las gallinas son los animales más abundantes, siguiéndoles en orden numérico los guajolotes, pavos y cerdos; tendencia que también se observó en los solares de Xocen, Yucatán, estudiados por Terán y Rasmussen (1998).

La Figura 3 corresponde al análisis de las plantas medicinales de la submuestra de 18 solares, donde se observan dos grupos con dos subgrupos principales y quedando un solar aislado en la parte inferior del dendrograma que no se integró a los grupos descritos, debido a que el propietario es de edad avanzada, de sexo femenino y no tiene una actividad productiva, es pensionada.

El grupo I está constituido por siete solares, donde los del subgrupo Ia (tres solares) presentan viviendas de tipo urbano, se habla español, hay pocas plantas medicinales y son los solares más jóvenes; mientras que el subgrupo Ib corresponde a cuatro solares con vivienda es combinada urbano-tradicional, los padres de familia no tienen ningún grado de escolaridad, se habla esencialmente Maya, los jefes de familia son de Kantunilkin y los padres son agricultores.

Completamente, el grupo II corresponde a solares donde se habla principalmente español y los jefes de familia son de Kantunilkín con un subgrupo IIa con cuatro solares, con el tipo de vivienda es urbano-tradicional y del subgrupo IIb, agrupa a seis solares donde los padres son agricultores.



**Figura 3.** Dendrograma de especies medicinales en solares.

De las variables correlacionadas solamente el número de plantas medicinales del solar vs número total de plantas del solar presentó una correlación significativa (0.7); mientras que las otras variables presentaron valores de correlación menores de 0.15.

La respuesta de los jóvenes estudiantes de bachillerato fue satisfactoria, no obstante hubo un 25% de encuestas que no se consideraron en el análisis de los datos, debido a la falta de cooperación, aunque no quedó claro si la falta de interés era originada por el núcleo familiar.

### **Conclusiones**

Los solares de las comunidades del municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo se caracterizan por cuatro tipos diferentes de estructuras con base en las especies perennes alimenticias, como fueron la presencia o ausencia de cítricos, cocotero, tamarindo y ciruelo; sin embargo, sus bajos niveles de similitud demuestran una gran heterogeneidad.

Los componentes vegetales y las condiciones socioculturales no muestran una tendencia clara de relación. La diversidad de especies animales es baja, no obstante la abundancia de las gallinas y los cerdos demuestran la preferencia por estas especies. En los solares con estructuras más urbanizadas y menos antiguos existe menor número de plantas medicinales, mientras que en solares con menor estructura de urbanización es mayor el número de plantas medicinales.

**Referencias**

- Acosta B., L.E., S.F. Flores G. y A. Gómez P. 1998. Uso y manejo de plantas forrajeras para cría de animales dentro del solar en una comunidad maya en Yucatán. *Etnoflora Yucatanense. Fascículo 14*. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Baños R., O. 2001. La modernidad rural mexicana a fines del milenio. El caso de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp. 175-208.
- Caballero, J. 1992. Maya homegardens: Past, present and future. *Ethnoecología* 1:35-54.
- Canché, Ma. del C.. 2000. Las plantas medicinales de la comunidad de San Antonio Caso, Yucatán. Residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2, Conkal, Yucatán. México. 79 pp.
- Fernández E., C.M., A. Oktingati and J. Maghembe. 1984. The Chagga homegardens: a multistoried agroforestry cropping system on Mt. Kilimanjaro (Northern Tanzania). *Agroforestry Systems* 2:73-86
- Jiménez O., J., M.R. Ruenes y P. Montañés E. 1999. Agrodiversidad en los solares de la Península de Yucatán. *Red de Gestión de Recursos Naturales (México)* 14:30-40.
- Lok, R. 1996. La función insustituible de los huertos caseros. *Agroforestería de las Américas*. 3(9-10):4-5
- Mellado C., V. 1994. La medicina tradicional de los pueblos indígenas de México. Tomo II. Instituto Nacional Indigenista. México. pp. 381-383.
- Ruiz G. y R. Orellana L. 2000. Museos vivos de plantas en la República Mexicana. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca-Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, A.C. México.
- Stuart, W.J. 1993. Contribution of dooryard gardens to contemporary Yucatecan Maya subsistence. *Biotica (Mexico)* 1:53-61.
- Terán, S. y Ch. Rasmussen. 1998. Solares, apicultura y barbecho. pp. 70-75. *In: La milpa de los mayas*. Gobierno del estado de Yucatán. Xocen, Yuc, México.
- Torres Z., E.A. 2000. Pequeño recetario de plantas medicinales de Kantunilkín en español y maya. Tesis Lic. Antrop. Facultad de Antropología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. México.

## Asociación de la diversidad genética de los cultivos de la milpa con los sistemas agrícolas y factores socioeconómicos en una comunidad de Yucatán\*

Víctor Manuel Interián Kú<sup>1</sup> y Jorge Duch Gary<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Colegio de Postgraduados, Especialidad en Genética. Montecillo, Texcoco, México, Calle 18 No. 88 A, CP97854, Dzan, Yucatán, México, ([interian@colpos.mx](mailto:interian@colpos.mx))

<sup>2</sup>Profesor investigador, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

### Summary

**Associations between the genetic diversity of milpa crops and agricultural strategies and socio-economic factors in a Yucatan farming community.** A survey of 10% of households in the community of Yaxcaba, Yucatan, Mexico, was carried out in order to understand how the genetic diversity of milpa crops (maize, beans, squash and chile peppers) is related to traditional management strategies and socio-economic relations. Of the farming households surveyed, 91.2 % classified themselves as farmers or “*milperos*”, while 5.9% were shopkeepers or “*comerciantes*”, 1.5% were bricklayers or “*albañiles*”, and 1.5% were house workers. In terms of income generation, just over half (54.4%) of all households worked periodically in the milpas of other farmers, while 86.8% raised chickens, 79.4% kept pigs, and 36.8% were involved in honey production. Nearly all households (97 %) grow and store maize, beans, squash and chiles principally for home consumption. However, 86.8% of households reported selling at least some of their surplus production of these crops. Farmers themselves identified a preliminary socio-economic classification of village households that participate in farming: *kool kaab* is the category for those farmers who focus primarily on agriculture and manage the highest levels of crop diversity, followed by two intermediate categories, and finally *comerciantes* (shopkeepers) who manage the lowest levels of diversity.

**Key words:** Genetic resources, *in situ* conservation, farming system, socio-economic factors.

### Introducción

En todo el continente americano, se han realizado una serie de estudios encaminados a conocer y comprender la dinámica y la lógica en la cual los campesinos de las zonas rurales llevan a cabo sus actividades agrícolas, sorteando en la mayoría de las ocasiones las condiciones agro-ecológicas, sociales, económicas y políticas propias de cada zona o región. Todas estas restricciones que se presentan de manera cotidiana han propiciado que los agricultores desarrollen diferentes técnicas y herramientas para la producción agropecuaria, y de igual manera desarrollen los sistemas de producción; entendiéndolos como un conjunto de relaciones entre las actividades económicas de tipo artesanal, pecuario, o cualquier otra actividad fuente de un ingreso económico adyacente a la obtenida de la venta de productos agrícolas. Como ejemplos están los diferentes agro-ecosistemas desarrollados en Centro y Sudamérica, donde los mayas e incas practicaron y siguen practicando los sistemas de cultivos múltiples y en asociación (Francis, 1986), y son los más importantes, ya que han mostrado una gran eficiencia en la obtención de productos básicos alimenticios como maíz, frijol, calabaza, chile y yuca entre otros. Por consiguiente, es necesario entender al agro-ecosistema como un sistema de relaciones entre los organismos copartícipes de la actividad agrícola, e influenciados

\* Investigaciones dentro del proyecto “Fortalecimiento de las Bases Científicas para la Conservación *In Situ* de la Biodiversidad Agrícola en Finca: México”, IPGRI-IDRC-CINVESTAV.

por los aspectos socio-económicos, tecnológicos y ecológicos (Ruiz, 1995). Por su parte, Friis-Hansen (1999), menciona que los conocimientos técnicos, las habilidades y capacidades para el manejo de los recursos fitogenéticos locales están inmersos en el contexto social, cultural y ecológico de una comunidad rural. Conocimiento adquirido por los campesinos en el lugar y de manera empírica, que les ha permitido subsistir hasta nuestros días. Zapata y Mercado (1996) comentan que las estrategias empleadas por los campesinos en sus sistemas de producción, están relacionadas con la organización del sistema económico familiar que se estructura como una unidad funcional y coherente. De tal manera que para el caso específico de la parte central del estado de Yucatán, México, donde la economía familiar está dejando de fundamentarse exclusivamente en la agricultura milpera, están incrementándose las estrategias económicas diversificadas (Duch, 1991). Por tal motivo, el presente trabajo estuvo orientado a identificar las características sociales y económicas que limitan o no a la diversidad genética cultivada en los diferentes agro-ecosistemas mayas de Yaxcabá, Yucatán.

### ***Materiales y métodos***

Se realizó una encuesta al 10% del total de hogares de la comunidad de Yaxcabá y constó de tres apartados:

- I. Características de las unidades de producción. Con lo cual se identificó la actividad económica principal del jefe de familia, número de hijos, número de habitantes, edad y estado civil.
- II. Diversificación productiva y económica de la unidad de producción. Aquí se identificó las actividades económicas secundarias o adyacentes a la principal fuente de ingreso, mercado de trabajo y manejo de semillas y productos.
- III. Características de las milpas (sistema de producción). Se obtuvieron datos de superficie trabajada, años de uso y descanso de los montes, régimen de explotación (propia o pagada), distancia del pueblo y tenencia de la tierra, especies y variedades de maíz, frijol, calabaza y chile cultivadas y adicionalmente el uso y distribución de los diferentes tipos de suelos.

Para cuantificar la diversidad cultivada entre los agricultores se utilizó los índices de Shannon-Weber. Para este caso se realizará una modificación en la que se considerarán como unidades de muestreo a los hogares y como unidades de diversidad a los cultivos y a las variedades dentro de cultivos que maneja cada hogar. De igual manera, para detectar los estratos sociales y económicos dentro de la muestra se tomó como base la propuesta de Duch (1991).

### ***Resultados y discusión***

Se detectaron cuatro tipos principales de actividades de las que se vale el campesino para su subsistencia económica; hacer milpa (91.2%), comercio (5.9%), albañil-construcción (1.5%) y trabajo en el hogar (1.5%). Sin embargo, lo anterior no basta y se ve obligado a buscar otras actividades que le permitan complementar este ingreso como la producción de miel, bovinos, artesanías y el empleo remunerado (Figura 1 y 2). De igual manera, Villanueva (1996) reporta para el Municipio de Halachó, Yucatán, en los años de 1940 a 1965, que la subsistencia de los campesinos dependían de una serie de actividades, como el cultivo de la milpa y la producción de los solares (frutas, hortalizas, cerdos y aves de corral), además de su trabajo en los planteles henequeneros y de la producción de ganado bovino. Esta gama de actividades económicas de las que se vale el campesino para su subsistencia, es el resultado de la inestabilidad económica y ambiental que existe en la región.

De manera general, el sistema productivo para los mayas no está concebido como un proceso de producción de mercancías para el mercado, si no como un satisfactor de necesidades primarias para la reproducción de la familia y de la comunidad (González *et al.*, 1995). Por tal motivo, además de las actividades económicas principales, almacena e intercambia (86.8%)

sus semillas y productos; esta estrategia se ha seguido por los campesinos durante años para obtener satisfactores primarios básicos, lo cual asegura la reproducción de la unidad de producción y la alimentación familiar a lo largo del año, y le permite mantener la diversidad entre

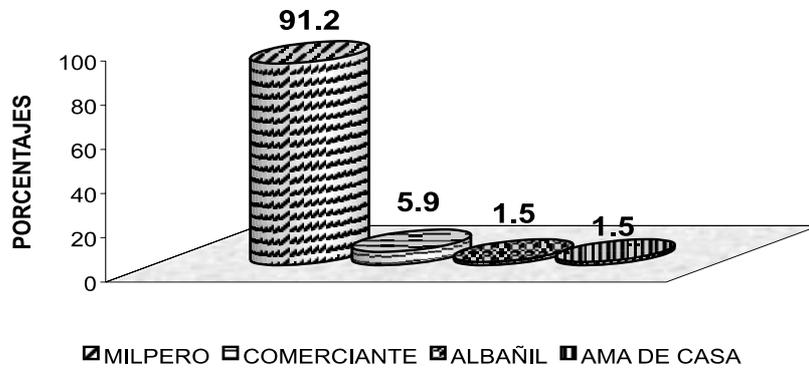


Figura 1. Actividad económica principal (%) en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán.

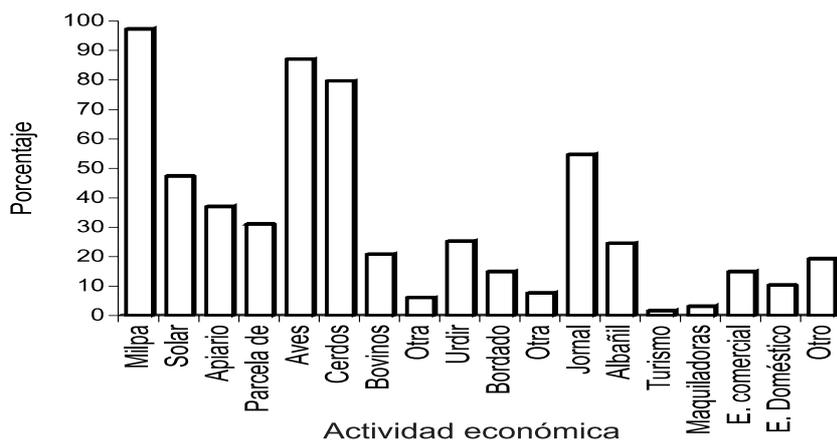


Figura 2. Actividades económicas complementarias (%) en el municipio de Yaxcabá, Yucatán.

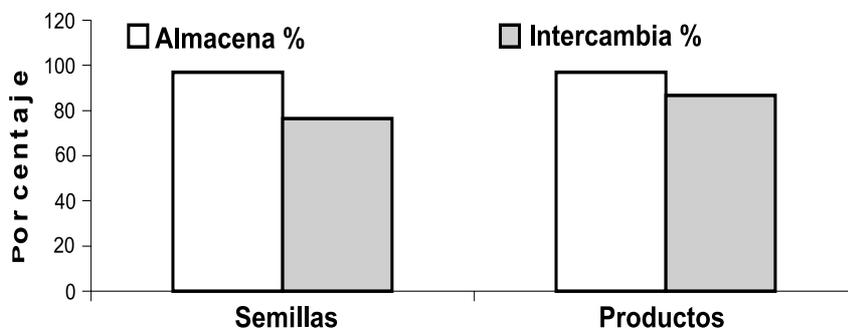


Figura 3. Manejo de semillas y productos (%) en Yaxcabá, Yucatán.

y dentro de las especies cultivadas (Figura 3). Esto es particularmente importante porque conforman como unidad económica campesina a la comunidad.

Estas estrategias de subsistencia que el campesino sigue obedecen a múltiples factores como el agro-ecológico (clima, suelo), y las condiciones económicas y sociales de la comunidad. Para el caso de los suelos en las milpas, se da en forma de asociaciones muy complejas de varios tipos, por lo que existe una gran diversidad edáfica. Aun cuando el productor busque un tipo específico de suelo, se tendrán asociaciones, ya que la condición edáfica del Municipio es

**Cuadro 1.** Tipos de suelos reportados en Yaxcabá, Yucatán.

Suelos	Clasificación técnica <sup>a</sup>	Frecuencia	%
Ch'och'ol lu'um	Rendzina en fase pedregosa	11	4.7
Eek' lu'um	Rendzina	30	12.8
Box lu'um	Rendzina	27	11.5
Ka'akab	Rendzina	20	8.5
Tsek'el	Litosol en transición a rendzina	37	15.8
Bu'u tun	Litosol	11	4.7
Cha'al tun	Litosol	1	0.4
Pu'us lu'um	Cambisol	13	5.6
Chac k'ankab	Luvisol	56	23.9
K'an k'ankab	Luvisol	27	11.5
Box k'ankab	Luvisol	1	0.4
Total		234 <sup>b</sup>	100.0

<sup>a</sup>Proporcionada por Duch G., J. 2001. Comunicación personal.

<sup>b</sup>Las 234 observaciones resultan de contar las ocasiones en las que los informantes señalan la presencia de uno o varios tipos de suelo en cada una de las milpas reportadas.

de alta variación en un espacio pequeño. Por lo menos ocho variantes o combinaciones de estas variantes se pueden observar en los sistemas de producción agrícola (Cuadro 1).

A pesar de la variabilidad edáfica, los tipos de suelos más cultivados son *Chac k'ankab*, *Tsek'el*, *Eek' lu'um*, y son los que tienen mayor posibilidad de ofrecer una buena cosecha en condiciones óptimas de temporal o la obtención de lo mínimo necesario en malas condiciones de temporal (Cuadro 1). Lo anterior es debido a la profundidad que tienen estos suelos así como a la capacidad de retención de humedad y un alto contenido de materia orgánica. Otra de las estrategias que sigue el campesino para su subsistencia de esta zona maya es obtener, a lo largo de los años, especies o variedades vegetales adaptadas a estas condiciones. De tal manera que la mejor adaptación en el caso de los maíces, se obtiene en variante de ciclo de 2.5 hasta cuatro meses, conlleva a las diferentes maneras de asociación de los frijoles en las milpas (Cuadro 2).

Es posible encontrar alguna relación entre configuración fisiográfica y uso de la tierra. Es decir, se observó una tendencia entre establecimiento de sistemas agrícolas y pecuarios y ciertas condiciones ambientales dominantes; la condición agreste de poca vegetación y suelos superficiales permiten el desarrollo de sistemas pecuarios y no agrícolas y contrariamente; aunque, en algunos casos estas condiciones se hayan modificado por intervenciones técnicas específicas (Duch, 1991). Sin embargo, las condiciones económicas de una región, así como los apoyos gubernamentales, influyen grandemente en la adecuación de estas condiciones ambientales (como el establecimiento de distritos de riego), de tal manera que en la zona de estudio, en donde aparentemente las condiciones no son las óptimas, se sigue practicando la agricultura de manera tradicional y para el autoconsumo familiar. Ante esta situación, se desarrolla una compleja relación de tipo económico, social, ambiental y tecnológico dentro de la comunidad, misma que lleva a una diferenciación socio-económica. Para este caso, Duch (1991), reporta para la parte central del estado de Yucatán y región maicera, una tipificación de los hogares de

**Cuadro 2.** Variedades cultivadas en las unidades de producción en Yaxcabá, Yucatán.

Variedades cultivadas	% de la muestra que siembra la variedad	Ciclo forma de cultivos en meses
<b>Maíz</b>		
Xnuc-nal amarillo	36.6	4
Xnuc-nal blanco	24.6	4
Tsiit bakal, amar, blan y rojo	2.9	3.5
Xmehen-nal amarillo y blanco	13.1	2.5-3
Híbrido amarillo, blan y rojo.	8.6	2.5
Nal t'el amarillo y blanco	2.8	1.7
Nal xoy amarillo y blanco	3.5	3
Ehub morado	1.7	4
V-527, 528, 532, 533, 536	6.3	2.5-3.5
<b>Frijol</b>		
Xcolibuul	40.1	Asociado
Tsamá	6.8	Sólo en milpa
Sac-ib	26.0	Asociado
Chac-ib	13.0	Asociado
Pinto-ib	1.6	Asociado
Xnuc-pelon	11.5	Asociado
Xmehen-pelon	0.5	Asociado
Jamapa	0.5	Sólo en milpa
<b>Calabaza</b>		
Xnuc-k'um	53.9	Asociado
Xmehen-k'um	13.3	Asociado
Xtop'	32.8	Asociado
<b>Chiles</b>		
Ya'ax-ik	75.0	Sólo en milpa
Chac-ik	3.1	Sólo en milpa
Ch'ahua	9.9	Sólo en traspatio
Chile dulce	3.1	Sólo en traspatio
Habanero	9.9	Sólo en traspatio

acuerdo a sus actividades en: (1) *Ko'ol ká* o conservadores, (2) *Ko'ol na'al* o emprendedores, (3) parcelarios y (4) comerciantes.

De acuerdo a lo anterior, en esta muestra de estudio se encontró cuatro estratos socio-económicos que los mismos productores distinguen: (1) *Ko'ol ka'ab*, este estrato de hogares se dedica principalmente a la producción para el autoconsumo, y todas sus actividades económicas fuera de ella están encaminadas a mantener la unidad de producción; (2) *Ko'ol na'al*, se dedican principalmente a la venta de mano de obra, pero también desarrollan la actividad de la milpa; (3) *Parcelarios*, este estrato además de tener milpa tienen áreas de riego con frutales y sólo en casos extremos venden mano de obra y los (4) *comerciantes*, en algunos casos desarrollan la actividad de la milpa pero de manera indirecta ya que su actividad principal es la compra-venta de mercancías en locales establecidos. Estos grupos sociales manejan y aprovechan sus recursos de acuerdo a sus necesidades de alimentación y a las presiones de tipo económico, social, político y agro-ecológico, de tal manera que la obtención los de escasos recursos económicos tienden como estrategias la mayor diversidad de cultivos, almacenamiento de productos y empleo de mano de obra familiar, entre otros. Los comerciantes parecen ser el mejor estrato en el sentido económico, por el mayor manejo de recursos capitales. En la muestra el estrato más bajo (entendido esto en términos económicos) fueron los *ko'ol ka'ab* y son quienes manejan mayor diversidad de variedades locales en sus unidades de producción. Por el contrario, los comerciantes son quienes manejan menos diversidad (Figura 4).

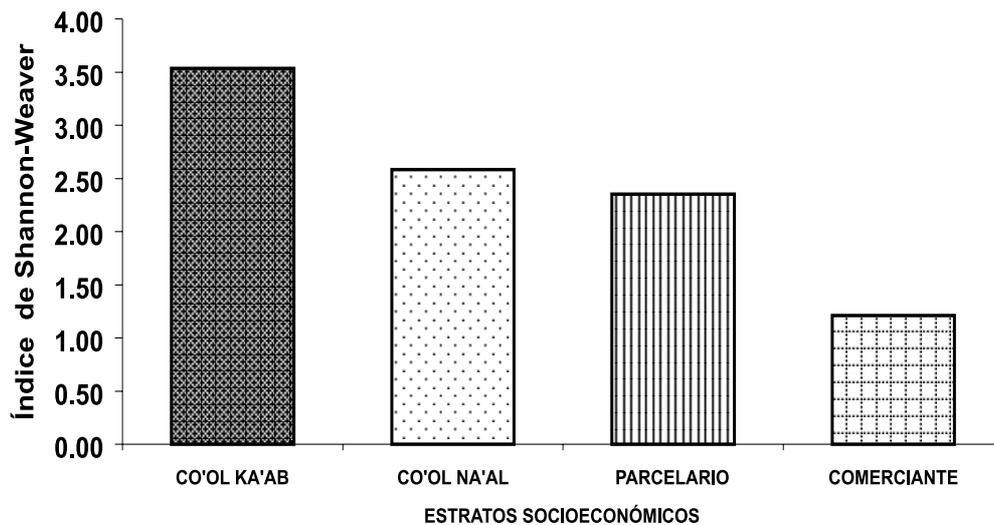


Figura 4. Índice de diversidad en los estratos socio-económicos de Yaxcabá, Yucatán.

### Conclusiones

Las condiciones agro-ecológicas, los factores económicos, sociales y tecnológicos de la comunidad, dan pauta a una diversificación de las actividades económicas realizadas por los campesinos. Las estrategias utilizadas están orientadas para asegurar la alimentación básica de la familia; y al mismo tiempo diferencia su estrato socio-económicos dentro de la comunidad (*Ka'ol Kaáb*, *Kol na'al*, parcelario o comerciante). Una de las mejores estrategias de subsistencia seguida por los campesinos, es el almacenamiento de productos y semillas, el manejo y conservación de una gran diversidad de especies cultivadas en las unidades de producción, y sobre todo en los estratos sociales más bajos de la comunidad *Ka'ol Kaáb* y *Kol na'al*.

### Referencias

- Baños, O. 1990. Sociedad, estructura agraria y estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México.
- Duch, J. 1991. Disturbio forestal y agricultura milpera tradicional en la porción central del estado de Yucatán. Tesis M.C. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Francis, C. 1986. Multiple Cropping Systems. Macmillan Publishing Company. NY, USA.
- Friis-Hansen, E. 1999. The socio-economic dynamics of farmers' management of local plant genetic resources: A framework for analysis with examples from a Tanzania case study. *Working Paper 99.3*. Centre for Development Research. Copenhagen. V., Denmark.
- González S. Ma., V. D. Delgado y N. A. Vargas (eds). 1995. Agroecología y Desarrollo Sustentable; Segundo Seminario Internacional de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Ruíz, O. 1995. Agroecosistema: el término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico. pp: 103-113 *In*: J. González Loera, I. De la Cruz V., J. Aguilar, Ma. González S., D. Delgado V., A. Vargas N. (eds), Agroecología y Desarrollo Sustentable; Segundo Seminario Internacional de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Villanueva, N. 1996. Crisis agraria y producción de artesanías. *Folleto de Investigación 4*. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México.
- Zapata, E. M. y M. Mercado G. 1996. Actores del desarrollo rural, visiones para el análisis. *In*: Memoria del Seminario de Investigación sobre Desarrollo Rural. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

## Mujeres mayas campesinas, conservadoras de la diversidad en la milpa tradicional de Yucatán

Diana G. Lope-Alzina<sup>1</sup> y José Luis Chávez-Servia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del I. P. N. Ant. carr a Progreso Km 6, 97310, Mérida, Yucatán, México ([dlope@mda.cinvestav.mx](mailto:dlope@mda.cinvestav.mx)).

<sup>2</sup>International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). C/o CIAT A.A. 6713, Cali, Colombia ([j.l.chavez@cgiar.org](mailto:j.l.chavez@cgiar.org)).

### Summary

**Rural Maya women, conservators of diversity in the traditional milpas of Yucatan.** In order to determine the relationship between landrace diversity maintained by households and the activities performed by women in a Maya community of Mexico, a survey was applied to 55 wives of farmers from Yaxcaba, Yucatan. Information was collected about: 1) agricultural activities undertaken at the family production unit (field preparation, planting, harvest, post-harvest, and care of major and minor livestock) and 2) diversity of maize (*Zea mays*), bean (*Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *Vigna unguiculata*), squash (*Cucurbita moschata*, *C. argyrosperma*, *C. pepo*), and chile pepper (*Capsicum annuum*, *C. chinense*). Based on the results, not all women participated in seed selection for the next sowing period. However, when they do, this participation is most frequently seen in chile pepper, squash, and sometimes in maize. Activities pursued by women were organized into 11 groups according to a hierarchical clustering based on Jaccard distances. Also 11 groups of households were identified based on the landrace richness preserved by household. Results of a chi-square analysis show a significant relationship between groups of diversity and groups of activities. The range of landraces maintained by household was from one to 14, with an average of 2.3, 1.3, 1.2, and 1.8 for maize, beans, squash, and chiles, respectively.

**Keywords:** Family production unit, on-farm conservation, landraces, rural women, Yucatan.

### Introducción

La agricultura tradicional se define como el conocimiento derivado de la experiencia cotidiana de un grupo local, el cual se transmite oralmente, y en la práctica de una generación a otra. La agricultura moderna, por su parte, deriva de los conocimientos de la ciencia occidental y los transmite mediante servicios de extensión, fábricas, agentes y ventas a cada agricultor a través de una diversidad de medios. En México, los estudios enfocados en el conocimiento tradicional que poseen las comunidades indígenas-rurales sobre sus propios y singulares sistemas de producción se inician; más o menos formalmente, a partir de los 70. En Yucatán, esta misma línea de investigación toma forma en los años 80 con los trabajos de Hernández y su equipo de colaboradores, quienes concentraron sus esfuerzos en entender la estructura y funcionamiento del sistema tradicional de la milpa en las comunidades maya-rurales del centro-oriente del estado de Yucatán, región caracterizada como el área milpera de esta entidad (Hernández, 1995). Estos trabajos han generado información relevante y trascendental para entender la dinámica dentro y entre las unidades de producción a través de las cuales el conocimiento indígena se presenta sistematizado de tal forma que el sistema local ha logrado mantenerse y sobrevivir a diversos procesos y transformaciones sociotecnológicas por siglos. Sin embargo, poco se conoce sobre la participación de otros miembros de la unidad de producción tales como mujeres, niños y ancianos.

La subsistencia de la familia rural depende en gran parte del manejo de los recursos naturales dentro de la unidad de producción. Dentro de esta estructura familiar, hombres y mujeres tienen

diferentes funciones y responsabilidades basadas en inter-relaciones que no son fijas, lo que implica que pueden cambiar en respuesta a los cambios sociales (Jarvis *et al.*, 2000). Por ejemplo, en algunas regiones del mundo, existe una responsabilidad compartida en ciertas actividades (comercio, producción y preparación de alimentos) mientras que en otras la división de tareas por género es muy marcada (Schalkwyk *et al.*, 1997). De este modo, el análisis de género representa una herramienta en la investigación que permite obtener una visión más rica y completa de las dinámicas que ocurren dentro de los sistemas de producción (Fieldstein y Jiggings, 1994). Es esencial conocer quién, qué, cómo y cuándo realiza actividades dentro del sistema de producción. De esta forma, se permite la adecuada identificación de la participación de los diferentes miembros de la unidad de producción familiar, tomando como punto de partida sus funciones, responsabilidades y necesidades. Así, el análisis de género contribuye a fortalecer el entendimiento sobre cómo los sistemas tradicionales han subsistido a través del tiempo e igualmente, permite la identificación de fortalezas y debilidades en áreas específicas que deben ser reforzadas para un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, tanto naturales como de capital humano.

En el contexto global, la implementación de los estudios de género se presenta como respuesta a la necesidad de ampliar la visión de los estudios de agricultura tradicional sobre la participación de la mujer, lo que surge en 1984 como una iniciativa de la Universidad de Florida. Posteriormente, en 1986, el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional comienza a integrar estos aspectos dentro de sus programas de investigación (Fieldstein y Jiggings, 1994). A partir de entonces, se han venido realizando importantes reuniones internacionales donde se ha hecho énfasis sobre el papel del análisis de género para alcanzar un desarrollo humano y sostenible en el mundo. Así, en 1992, se establece el compromiso internacional para incluir estudios de género y ampliar el conocimiento de la participación de la mujer en la conservación de la biodiversidad dentro del marco de la Conferencia de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, Brasil). Finalmente, en 1996, se formalizaron estos acuerdos a través de un convenio entre 150 países miembros de la Conferencia de la FAO al adoptar el Plan Global de Acción para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos (Leipzig, Alemania), FAO (1996).

Con respecto a la aplicación de estas iniciativas en Yucatán, región de estudio en este trabajo, es escasa la información que se ha generado sobre la materia. Se conoce, por estudios anteriores, que dentro de la unidad de producción, existe una organización de las tareas de acuerdo a edad y sexo de los miembros de la familia maya-rural (Pérez, 1983). Igualmente, se conoce el hecho de que las mujeres rurales de la región invierten su tiempo en una amplia gama de actividades, entre las cuales, gran parte corresponde a actividades agrícolas y a las reproductivas. Estas a su vez, están intrínsecamente relacionadas con el valor privado de las variedades locales, valor *per se*, y se basan en una perspectiva dinámica que se fundamenta en el propio contexto sociocultural que impera en la comunidad ó región.

Poco se ha documentado sobre el desempeño específico de las mujeres maya-rurales en áreas como la conservación de la agrobiodiversidad cultivada. El presente trabajo tiene como objetivos contribuir a la valorización de la participación de estas mujeres mayas, dentro del sistema de agricultura tradicional de la milpa de Yucatán, mediante el conocimiento detallado de las actividades que realizan durante el cultivo de las variedades locales de maíz, frijol, chile (*Capsicum Spp.*) y calabaza (*Cucurbita Spp.*). Para esto, se asume que dentro de la unidad de producción existen diferentes grupos de actores con diferentes funciones de acuerdo a la asignación de tareas de producción de alimentos o de reproducción. En este sentido, se establecieron las tendencias de grupos de mujeres en desempeñar ciertas actividades agrícolas en los tres principales espacios de producción: el *solar*, la parcela de cultivo ó *milpa* y la parcela horto-frutícola de riego, y su relación con la diversidad genética cultivada en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, México.

### **Materiales y métodos**

El estudio se realizó en la comunidad de Yaxcabá, localizada en el centro-oriente del estado de Yucatán, México. En la comunidad predomina un sistema de agricultura tradicional basado principalmente en la roza-tumba-quema, el cual es conocido localmente como *milpa*. En la región, este sistema se apoya en la participación de todos los miembros de la familia para la producción. Cada unidad familiar de producción está conformada: 1) por la vivienda familiar (edificación); 2) el traspatio ó *solar* donde la familia siembra y cosecha plantas ornamentales, frutales, medicinales y cultivos anuales entre ellos chile y frijol, y lugar de confinamiento del ganado mayor (vacuno y equino) o menor (aves y porcinos); 3) la parcela o parcelas (también llamada *milpa*), es el lugar donde se produce la mayor proporción de alimentos para el autoconsumo y venta, cuando hay excedentes ligeros, y es el espacio o agroecosistema donde se preservan en cultivo las variedades de maíz, frijol, calabaza y chile; y 4) frecuentemente una parcela de riego o parcela horto-frutícola donde se producen las frutas (cítricos y zapotáceas) y hortalizas destinadas a los mercados locales.

*Tamaño de la muestra.* Teniendo un conocimiento previo del tamaño de la población y la organización geopolítica de la comunidad, se diseñó un mapa (estudios socioeconómicos previos). Este mapa divide a la comunidad en cuatro sectores de acuerdo a las dos principales vías o rutas que atraviesan el centro de la comunidad. De acuerdo al número de viviendas por sector, se establecieron muestras aleatorias correspondientes al 10% del total de las viviendas para cada uno de los cuatro sectores. El tamaño total de la muestra consistió en 55 unidades de producción en las que se aplicó una encuesta por hogar a la mujer que participa preponderantemente en el desarrollo de las actividades agrícolas.

*Obtención de información.* Dentro del hogar, a la mujer entrevistada se le preguntó sobre su participación en las actividades pecuarias y agrícolas como el cuidado de ganado mayor y menor, presiembra, siembra, prácticas agrícolas de cultivo, cosecha, y selección de semilla de los cultivos que se desarrollan dentro del solar, la milpa y la parcela horto-frutícola. Además, también se le preguntó sobre el nombre y número de variedades locales cultivadas, dentro de la unidad de producción, en los últimos dos ciclos de cultivo, 1999 y 2000. Las mujeres de la comunidad se sentían más cómodas siendo entrevistadas en su propia lengua; debido a esto, el 90% de las encuestas se realizaron en lengua Maya.

### **Análisis de la información**

Las herramientas analíticas usadas en este trabajo pudieran parecer demasiado elevadas y fueron adaptadas para el contexto del estudio social. Las herramientas, también son una propuesta para trabajar con datos provenientes de una muestra pequeña. De acuerdo a la experiencia obtenida en este trabajo y al margen de una comprobación más exhaustiva, el análisis de conglomerados y posteriormente el análisis de correspondencia son factibles de ser utilizados en una combinación de datos, tanto biológicos como sociales, siempre y cuando se cumplan las condiciones básicas de los análisis.

*Actividades de las mujeres campesinas.* Las respuestas de cada mujer entrevistada fueron de escala dicotómica (sí ó no) y para agrupar sistematizadamente a las mujeres que realizaban actividades comunes, se realizó un análisis de conglomerados de agrupamiento jerárquico por medio de las medias no ponderadas (UPGMA, acrónimo del inglés) a partir del coeficiente de Jaccard, que fue estimado con las respuestas de las mujeres entrevistadas. En función de las similitudes de respuestas, se adaptó el coeficiente de Jaccard utilizando la expresión siguiente:

$$S_j = a / (a+b+c)$$

Dónde;  $S_j$  es el coeficiente de Jaccard o similaridad de respuestas entre dos mujeres (A y B) de diferentes hogares; **a**, significa que ambas mujeres (A y B) realizan ó no la actividad **x** ó **y**; **b**, es cuando A realiza la actividad **x** y B realiza la actividad **y**; y **c**, es cuando A realiza la actividad **y** y B realiza la actividad **x**.

*Diversidad cultivada por unidad familiar o de producción.* Con los datos de los nombres y número de variedades cultivadas de maíz, frijol, calabaza y chile, por cada unidad familiar, se estimó la riqueza varietal (S) por cultivo, estandarizada por el número total de variedades identificadas en la comunidad, mediante la expresión siguiente:

$$S = V/NVT$$

Donde; V, es el número de variedades por cultivo en cada hogar, y NVT el número total de variedades identificadas en la comunidad.

Con el valor de la riqueza varietal por hogar (S) se hizo un análisis de conglomerados de agrupación jerárquica a partir de las distancias euclidianas entre hogares con el objetivo de clasificar las unidades familiares de acuerdo a la diversidad preservada. El punto de corte del análisis de conglomerados fue determinado con base en el valor significativo de la pseudo  $t^2$ , pseudo F y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) al 85% de explicación (SAS, 2000). Una vez definidos los grupos de hogares por la diversidad que cultivan, se estimó el índice de Shannon-Weaver promedio por hogar como un estimador robusto de la variabilidad presente en la unidad familiar.

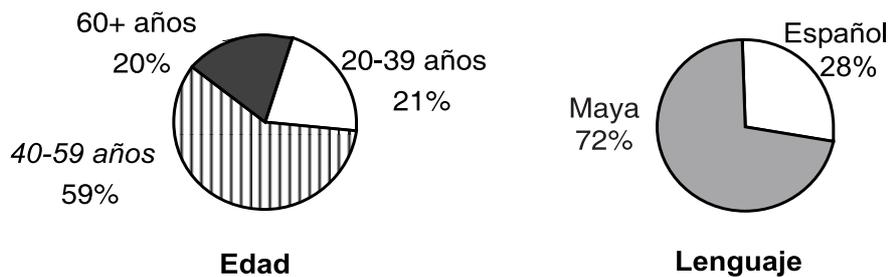
*Relación entre diversidad preservada y actividades de las mujeres campesinas.* Con los grupos formados en cada análisis de conglomerados: (1) grupos de hogares que conservan significativamente diferentes niveles de diversidad y (2) los grupos de mujeres con ciertas actividades comunes, se procedió a hacer un análisis de correspondencia con el objetivo de probar, mediante la prueba de ji-cuadrada múltiple, la relación o independencia entre los grupos de diversidad y las actividades de las mujeres. Con el objeto de mostrar gráficamente la tendencia de asociación entre los grupos de mujeres que realizan actividades comunes y los grupos de hogares que preservan similar diversidad, y con los valores de los ejes dimensionales resultantes en el análisis de correspondencia se estimaron las respectivas curvas ajustadas, sus ecuaciones, y sus coeficientes de determinación ( $r^2$ ).

### **Resultados y discusión**

Dentro de la familia se comparten y se tiene igual acceso a los recursos y beneficios de la producción. Aunque no se descarta que en las familias mayas campesinas existen ciertos patrones de decisión sobre los recursos de acuerdo a la dinámica intra-familiar, los que también cambian en tiempo y espacio. Por ejemplo, en ausencia del agricultor, la esposa es quien toma las decisiones sobre los recursos y el manejo de las actividades de producción. Además, existen espacios propios de la mujer, como el solar, donde ella decide sobre los recursos (plantas y animales) así como el destino de la producción. En este espacio existe una alta diversidad florística (cultivada y semi-domesticada) y de gran influencia cultural, conservada para el uso inmediato, y es el espacio, junto con la parcela de riego, donde se concentra la mayor variabilidad de chiles cultivados (*C. annuum* y *C. chinense*) y semidomesticados (*C. annuum* var. *aviculare*), lo cual coincide con lo reportado por García (2000) en su estudio sobre la etnobotánica de los huertos mayas.

### Actividades de las mujeres campesinas

*Características de las mujeres entrevistadas.* Las mujeres de la muestra fueron agrupadas en tres categorías: "20-39 años", "40-59 años" y "60+ años". La media de la edad fue 43.4 años, el cual es un promedio más elevado que la media de 24.2 años de edad de las mujeres en comunidades similares a Yaxcabá con menos de 2,500 habitantes dentro del mismo estado de Yucatán (INEGI, 2002). Con respecto a la lengua, 72% de las mujeres entrevistadas usan maya como su primer lengua. Con respecto a años de escolaridad, la media para estas mujeres consistió en 2.16, equivalente a segundo año de primaria (Figura 1).



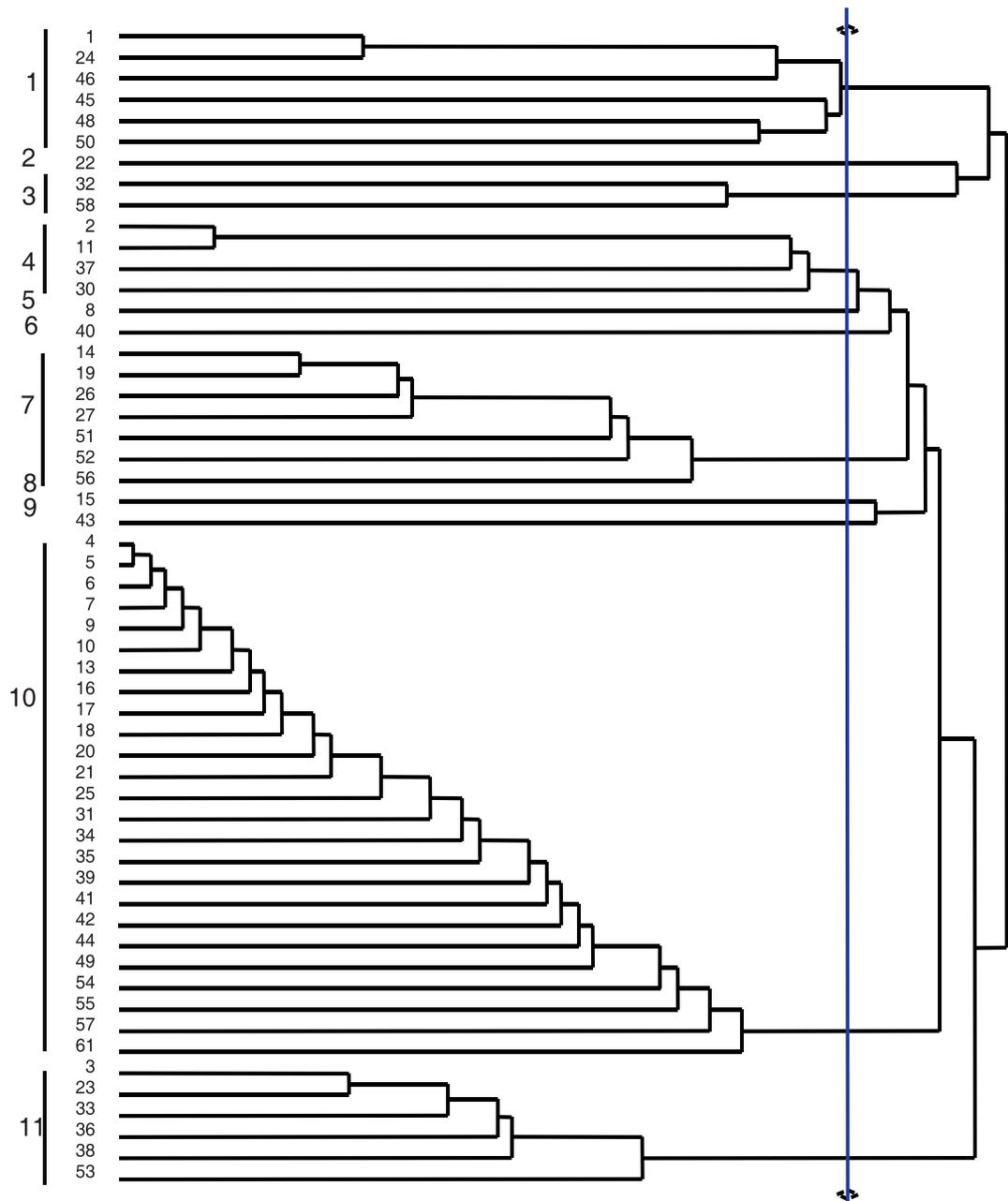
**Figura 1.** Proporción de edades de las mujeres entrevistadas y de la lengua que utilizan para comunicarse.

En la localidad de estudio, se observó que las mujeres son las que comúnmente se comunican más en maya que en español en comparación con los hombres cabeza de familia. Dentro de las familias entrevistadas se observó una bivalencia en el uso de la lengua maya. Las personas adultas pueden hablar en maya y los hijos hablan en español pero entendiendo perfectamente la lengua maya. Por ejemplo, los términos relacionados con las actividades de siembra, control de malezas, cosecha y selección de semilla, son usados con connotaciones o lexemas mayas.

Como resultado del análisis de conglomerados, las 55 mujeres entrevistadas se clasificaron en 11 grupos según las actividades comunes que realizan (Figura 2), la definición del punto de corte se basó en el  $r^2=0.85$ . A pesar de lo limitado de la muestra se encontraron situaciones relevantes para destacar. En esta comunidad maya, como en otras del estado de Yucatán, existen grupos de mujeres con un número bajo de actividades agropecuarias directas en las parcelas de cultivo, y se pensaría que son menos diversificadas; sin embargo, esto no es así debido a que generalmente son las mujeres que tienen mayor número de hijos (5-6) y la mayoría pequeños, entonces sus tareas están más enfocadas hacia la reproducción de la familia que a la producción de alimentos. En un sistema de economía campesina, la mujer desempeña diversas tareas de reproducción y procesamiento de alimentos, lo que limita su tiempo para dedicarse a alguna actividad extra, lo cual concuerda con lo señalado por Schalkyk *et al.* (1997).

En la Figura 2 se agrupan o se distinguen mujeres, quienes, de acuerdo con la entrevista, son consideradas como casos especiales, grupo 2, 3, 5, 6, 8 y 9 porque cada grupo desarrolla actividades diferentes uno de otro. En este rápido análisis, se determinó que las mujeres participan esencialmente en todas las actividades agrícolas y pecuarias (alimentación del ganado mayor y menor), en mayor o menor grado dependiendo de la naturaleza de sus actividades reproductivas. Cerca del 50% se distinguen por realizar actividades en el solar, grupo 10 de la Figura 2. Una descripción general de las actividades principales por rubros generales que realizan las mujeres campesinas en los tres distintos espacios de producción, se presentan en el Cuadro 1. La clasificación refleja una categorización de grupos bastante diferentes en cuanto a las actividades que realizan. Por ejemplo, el grupo 1 fue el más activo debido a que se llevan

a cabo una diversificación de actividades donde tanto mujeres como hombres tienen igual decisión sobre los recursos. El grupo 10 fue el más numeroso, y corresponden al grupo de mujeres que realizan actividades de cosecha, cuidado de ganado mayor y menor, y también es donde el poder de decisión de las mujeres, sobre los recursos, es mayor, y culturalmente el hombre acepta esa función de la mujer en decidir y tener el control de las actividades en el solar, huerto familiar o traspatio. El Grupo 7 de mujeres es otro igualmente importante porque además de realizar actividades en el solar apoyan a la familia en la cosecha de las variedades locales, y si se recuerda que durante la cosecha se realiza la selección de semilla de maíz (ver Chávez *et al.*, 2000); por lo tanto, este grupo de mujeres así como las de los grupos 1 y 8 participan activamente en la selección de la semilla en cada ciclo de cultivo. Es decir, las decisiones de las mujeres sobre las prácticas de conservación son decisivas para preservar *in situ* las variedades locales.



**Figura 2.** Dendrograma de las distancias de Jaccard, basado en las actividades de las mujeres campesinas relacionadas con el manejo de la diversidad en Yaxcabá, Yucatán, México.

**Cuadro 1.** Descripción de la categorización de las actividades realizadas por las mujeres campesinas de Yaxcabá, Yucatán, México.

Grupo <sup>a</sup>	Núm. Casos	Solar (traspatio)			Milpa (parcela)				Parcela de riego cosecha de hortalizas/ frutas
		Cosecha	Ganado mayor	Ganado menor	Pre-siembra	Siembra	Cosecha	Otras	
1	6	x	x	x	x	x	x		x
2	1		x						
3	2			x					
4	4	x	x	x				x	x
5	1	x	x	x	x	x			
6	1	x		x					
7	7	x	x	x				x	
8	1	x	x					x	
9	1	x	x						
10	25	x	x	x					
11	6		x	x					

<sup>a</sup> Grupos de acuerdo al análisis de conglomerados (Figura 2)

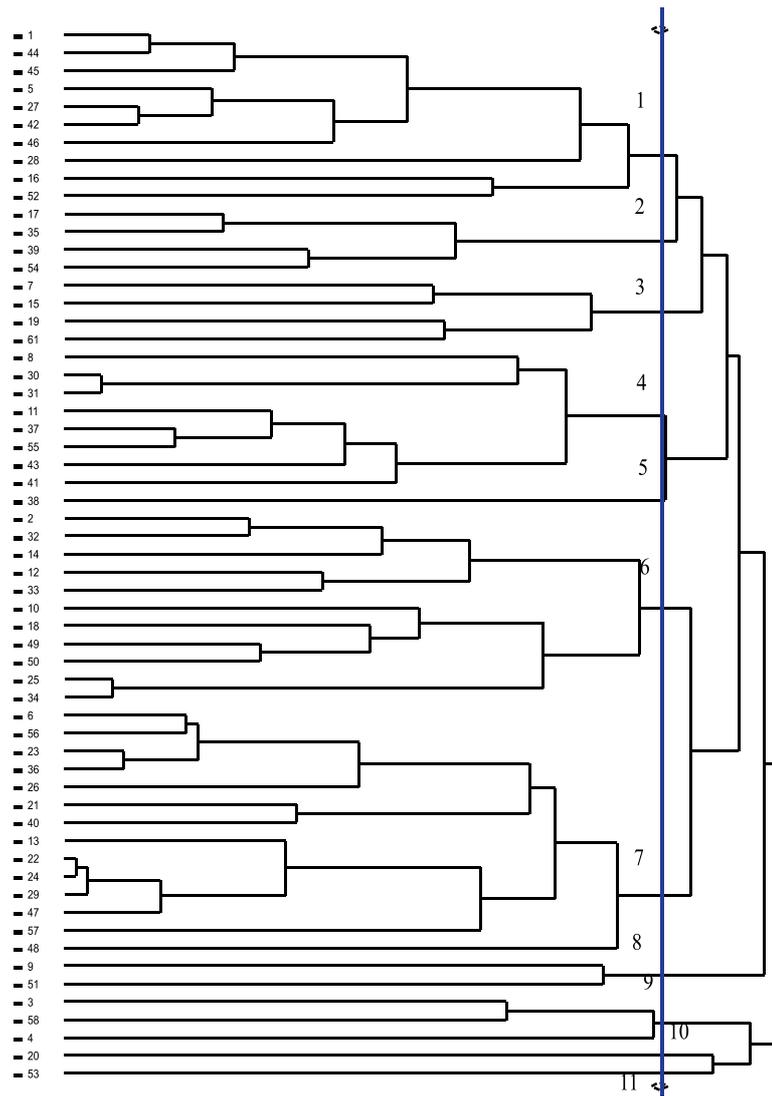
Con respecto al destino de productos generados a partir de las actividades de las mujeres, se encontró que generalmente los productos cosechados en la milpa y la parcela de riego son principalmente para autoconsumo (87%), mientras que los cosechados en el solar y lo que se genera del cuidado y venta de ganado, representan, en ciertos casos, la principal y única fuente de ingresos a la unidad de producción.

### Diversidad preservada

De manera análoga a la clasificación de las mujeres por las actividades que realizan, se obtuvo una clasificación de los hogares por su riqueza varietal (S) preservada. El análisis de conglomerados dio como resultado un total de 11 grupos diferentes ( $r^2 = 85\%$ ). La clasificación de las 55 unidades familiares o de producción se presenta en la Figura 3. Es importante resaltar, que en la comunidad, se encontró un rango de 1 a 14 variedades conservadas por hogar y con mayor variación en el cultivo de maíz. Además, dentro de la comunidad, no en todas las unidades familiares, se preserva un número constante de variedades y para el caso de Yaxcabá, de acuerdo a la muestra, hubo un mayor número de casas que preservan pocas variedades las que se agruparon dentro de los grupos 6 y 7 de la Figura 3.

Un visión más detallada de los agrupamientos determinados en la Figura 3 se presentan en el Cuadro 2 como un concentrado de los resultados más relevantes de la diversidad en número de variedades preservadas en las unidades familiares. En general, chile y calabaza fueron menos diversos en cuanto al número de variedades cultivadas comparado con maíz y frijol. Cabe destacar que las estimaciones de la riqueza varietal (S) y el índice de Shannon-Weaver presentados fueron obtenidos con los promedios por hogar. Con relación a la S, los grupos 2, 9 y 11 conservan alto número de variedades en los cuatro cultivos en cuestión y contrastan con los grupos 3, 6, 7, y 8 en los que sólo uno o dos de los cultivos mantiene un alto promedio de variedades: frijol y chile, maíz o maíz y frijol.

El índice de Shannon-Weaver refleja también la diversidad en función del número de variedades por cultivo. En este sentido, los grupos sobresalientes fueron 2, 9 y 11 y con grandes diferencias entre ellos, donde el grupo 9 en promedio preserva la mayor variabilidad de variedades en los cuatro cultivos.



**Figura 3.** Dendrograma de la riqueza de variedades locales preservadas por 55 hogares familiares de la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, México.

**Cuadro 2.** Descripción de los grupos de hogares por diversidad preservada, riqueza varietal (S) e índice de Shannon-Weaver (H).

Grupo de diversidad <sup>c</sup> i	Núm. de casos	Promedio del número de variedades locales por hogar				S <sup>a</sup>	H <sup>b</sup>
		Maíz	Frijol	Calabaza	Chile		
1	9	3.0	2.7	1.0	1.8	0.06	1.58
2	4	2.5	2.8	2.0	2.8	0.07	2.29
3	4	2.0	2.0	0.5	3.0	0.05	1.18
4	8	2.8	3.5	2.0	0.8	0.06	1.82
5	1	1.0	5.0	2.0	1.0	0.06	1.82
6	10	1.4	0.5	0.4	1.2	0.02	0.12
7	12	1.7	2.0	1.1	0.4	0.04	0.33
8	2	2.0	5.0	0.5	0.0	0.05	1.18
9	3	4.0	4.0	2.7	2.7	0.09	4.01
10	1	4.0	1.0	3.0	1.0	0.06	1.82
11	1	6.0	3.0	2.0	1.0	0.08	3.30

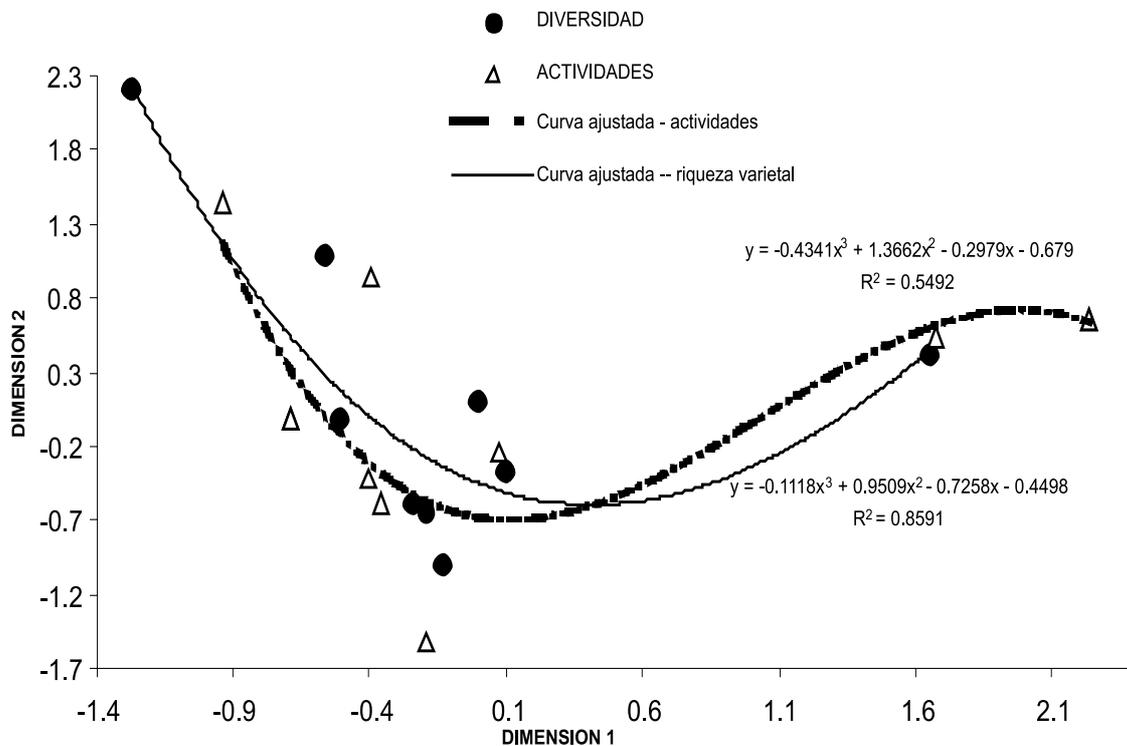
<sup>a</sup>Riqueza varietal promedio por hogar y estandarizada por el número total de variedades encontradas en la comunidad.

<sup>b</sup>Índice de Shannon-Weaver promedio por hogar.

<sup>c</sup>Grupos de diversidad según la Figura 3

### Relación entre actividades de mujeres y diversidad preservada

El análisis de correspondencia mostró una alta asociación entre la diversidad preservada y las actividades de las mujeres campesinas de Yaxcabá, Yucatán, de acuerdo con un valor de  $X^2 = 76.98$  ( $\alpha=0.01$ ). En la Figura 4 se presenta la asociación entre el grupo de mujeres que hacen ciertas actividades y los grupos de hogares que manejan una diversidad similar. La cercanía o lejanía entre los puntos y/o curvas indican la asociación entre ellos. Aquí sólo se graficaron las dos primeras dimensiones del análisis de correspondencia, las que ofrecen una explicación de 54.98% y las tendencias en las demás dimensiones fueron similares. En la dimensión 4 se obtiene una explicación de 84.97%. La tendencia observada entre las líneas ajustadas, por un lado la de grupos de mujeres de actividades similares y por otra los grupos de hogares de diversidad homóloga, hace evidente que hay una asociación entre la diversidad preservada y las prácticas que se realizan. Es importante mencionar que en la comunidad de estudio, todas las actividades que realizan los miembros de una familia campesina están encaminadas en dos sentidos: lograr el abastecimiento de alimentos y favorecer la reproductividad de la unidad familiar.



**Figura 4.** Dispersión y curvas ajustadas de las dos primeras combinaciones lineales del análisis de correspondencia entre grupos de riqueza de variedades locales y grupos de actividades.

En este trabajo no hubo una asociación completa o total entre la diversidad preservada en la unidad familiar y clasificación de las mujeres por la actividad que realizan. Sin embargo, es un caso que ofrece la posibilidad de exploración más profunda o ampliarlo a mayor número de comunidades y regiones diferentes. Es decir, la asociación encontrada en este trabajo es una condición particular de la región de estudio dentro de su propio concepto económico, cultural, religioso, ecológico y biológico. Las actividades que realizan las mujeres en las comunidades

mayas de México son muy diversas y aquí sólo se presenta una visión rápida por rubros generales. Las mujeres que participan activamente en las labores de producción en la región de estudio son comparables con las que realizan las mujeres del Sureste de Asia quienes proveen de hasta el 90 % de mano de obra para el cultivo de arroz (comunicación personal, R. Rao, 2000)

Las mujeres campesinas dedican la mayor parte de su tiempo en las actividades reproductivas (procesamiento de alimentos, cuidado de la familia, etc.), pero aun así, se observó que participan en las actividades de la producción agrícola y pecuaria (cuidado de ganado mayor y menor).

### **Conclusiones**

El trabajo de las mujeres en la comunidad de Yaxcabá rescata el reconocimiento de la aportación que hacen las mujeres mayas rurales a las actividades de producción (agrícolas o pecuarias); por lo tanto, a la unidad de producción familiar. Las mujeres tienen un fuerte potencial no sólo como conservadoras sino también como contribuyentes activas en la economía familiar. En este contexto, el solar o huerto casero no sólo representa un espacio para la conservación de biodiversidad sino también un espacio con potencial económico donde las decisiones de la mujer son de gran importancia. Esto se debe principalmente al hecho de que las variedades con un alto valor de mercado se cultivan en este espacio (por ejemplo: el chile habanero).

De acuerdo a la alta correlación encontrada entre actividades agrícolas y diversidad genética mantenida, la participación de las mujeres mayas campesinas sí influye en la conservación de las variedades locales de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus* y *Vigna unguiculata*), calabaza (*Cucurbita moschata*, *C. argyrosperma* y *C. pepo*) y chile (*Capsicum annum*, *C. chinense*) en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, México a través de la realización de actividades agrícolas tales como siembra y cosecha en tres espacios de producción: solar, milpa (=parcela) y parcela de riego. Las mujeres, durante la cosecha, intervienen, lo mismo que los hombres, en la selección de la semilla que siembran en cada ciclo agrícola. Por ejemplo, uno de los grupos de las mujeres más activas realizó las actividades de siembra y cosecha en el solar y cosecha en la milpa, mostró una alta correlación con el grupo de hogares donde se cuantificó la mayor diversidad (9 a 11 variedades registradas).

### **Agradecimientos**

Al Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) por el marco de investigación sobre conservación de la agrobiodiversidad *in situ*, provisto para el desarrollo de este trabajo. Al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá, por los fondos otorgados. Muy especialmente a Gloria Cob Uicab por su invaluable apoyo con el idioma maya y a las mujeres de Yaxcabá por su amable y desinteresada cooperación.

### **Referencias**

- Chávez-Servia, J.L., J. Canul, J.V. Cob, L.A. Burgos, F. Márquez, J. Rodríguez, L.M. Arias, D. E. Williams y D.I. Jarvis. 2000. Mejoramiento participativo con maíz en un proyecto de conservación *in situ* en Yucatán, México. *In: Programa PRGA-CIAT* (ed.), Memorias de un Simposio Internacional de Fitomejoramiento Participativo en América Latina y el Caribe, Quito, Ecuador. Agosto 31 - Septiembre 3, 1999. Programa Global de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional-CIAT. Cali, Colombia.
- FAO. 1996. Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of PGRFA, as adopted by the International Technical Conference, Leipzig, Germany, June 1996. ITCPCR/96/5.0.
- Feldstein, H. S. and J. Jiggings. 1994. Tools for the Field: Methodologies for Gender Analysis in Agriculture. IT Publications. London, United Kingdom.

- García de M., J. 2000. Etnobotánica maya: Origen y evolución de los huertos familiares de la Península de Yucatán, México. Tesis Dr. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Dpto. Ingeniería Rural. Esc. Tec. Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. España.
- Hernández X., E. 1995. Agricultura tradicional en México. pp:15-34. *In*: Hernández X., E. Bello y S. Levy (eds.), La Milpa en Yucatán: Un Sistema de Producción Agrícola Tradicional, Vol. 1. Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2002. Información por entidad federativa: Yucatán. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. <http://www.inegi.gob.mx/entidades/espanol/fyuc.html>
- Jarvis, D.I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A.H.D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit and T. Hodgkin. 2000. A Training Guide for *In Situ* Conservation On-farm. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italy .
- SAS, Institute Inc. 2000. SAS system. Version 8.01 (TS1M0). Cary, NC, USA.
- Schalkwyk, J., H. Thomas and B. Woroniuk. 1997. Overview: Gender equity and the agricultural sector. *In*: Handbook for Mainstreaming: A gender perspective in the agriculture sector. *Agriculture and Rural Development* No. 6. SIDA, Dept. of Natural Resources and Environment. Stockholm, Sweden

## Diversidad, conservación y uso de las plantas cultivadas en huertos caseros de algunas áreas rurales de Cuba

L. Castiñeiras<sup>1</sup>, T. Shagarodsky<sup>1</sup>, V. Fuentes<sup>1</sup>, V. Moreno<sup>1</sup>, L. Fernández<sup>1</sup>, Z. Fundora-Mayor<sup>1</sup>, R. Cristóbal<sup>1</sup>, A. V. González<sup>2</sup>, P. Sánchez<sup>1</sup>, M. García<sup>3</sup>, F. Hernández<sup>3</sup>, C. Giraudy<sup>4</sup>, O. Barrios<sup>1</sup>, R. Orellana<sup>1</sup>, R. Robaina<sup>5</sup> y A. Valiente<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt"; MINAGRI. Calle 1 y 2, Santiago de las Vegas, Mpio. Boyeros, CP 17200, Ciudad de la Habana, Cuba. ([inifat@ceniai.inf.cu](mailto:inifat@ceniai.inf.cu)).

<sup>2</sup>Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA. Ciudad de la Habana, Cuba.

<sup>3</sup>Estación Ecológica Sierra del Rosario, CITMA. Pinar del Río, Cuba.

<sup>4</sup>Centro de Áreas Protegidas de Guantánamo, CITMA. Guantánamo, Cuba.

<sup>5</sup>Centro de Antropología, CITMA. Ciudad de la Habana, Cuba.

<sup>6</sup>Jardín Botánico de Cienfuegos, CITMA. Cienfuegos, Cuba.

### Summary

**Diversity, conservation and use of cultivated plants in home gardens from rural areas of Cuba.** In order to evaluate the role of home gardens for *in situ* conservation of genetic resources of cultivated plants, 107 home gardens in Cuba were visited during 1998-1999, and 38 of them were selected for study; 13, 12, and 13 home gardens from the western, central and eastern regions, respectively, of Cuba. The diversity of plants conserved in home gardens reflects the length of time that families have lived at the sites, their deeply rooted customs and the maintenance of their traditions from one generation to another. The inventory of plants revealed 239 species under cultivation for different purposes, belonging to 163 genera and 69 families. The number of species registered was highest in the central region, followed by the western and eastern ones. Western and central regions have more common species than the eastern region, while the central region had the highest percentage of species that were present in only one of the studied areas. Medicinal plants occupy an important place in Cuban home gardens, followed by fruit trees, according to the number of species observed. The study of key species (*Pouteria sapota*, *Phaseolus lunatus* and *Capsicum* spp.) revealed the existence of considerable infraspecific diversity throughout the island, demonstrating the necessity of complementary *in situ* and *ex situ* conservation mechanisms. By integrating socio-economic, cultural and geographic information together with details about the useful diversity of home gardens, three areas for *in situ* conservation have been proposed.

**Key words:** Cuba, infraspecific diversity, *in situ* conservation, home gardens.

### Introducción

De una generación a otra los campesinos mantienen los recursos genéticos de los cultivos de forma tradicional en sus fincas, donde están sujetos a diferentes presiones de selección natural y humana. Los factores ambientales, biológicos, culturales y socio-económicos influyen en la decisión del campesino al seleccionar y mantener un cultivo, o una variedad, según sus necesidades (Jarvis *et al.*, 1998). Entre estos factores también se encuentran los patrones de alimentación y la demanda del mercado local (Van der Heide *et al.*, 1996). El mantenimiento de esa diversidad por parte de los campesinos es una forma de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos.

Los resultados preliminares de estudios conducidos sobre la temática de conservación *in situ* de recursos genéticos de plantas cultivadas en los últimos años en Cuba (INIFAT-IPGRI, 1995; INIFAT-ACTAF/CROCEVIA-IPGRI, 1998; Castiñeiras *et al.*, 2000) resaltan la necesidad de continuar e incrementar estas investigaciones en el futuro, así como conectar los resultados

con otros esfuerzos que se están realizando para la conservación *in situ* de la flora y la fauna silvestre en las áreas protegidas del país, y con la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos que se realiza en los bancos de germoplasma y jardines botánicos.

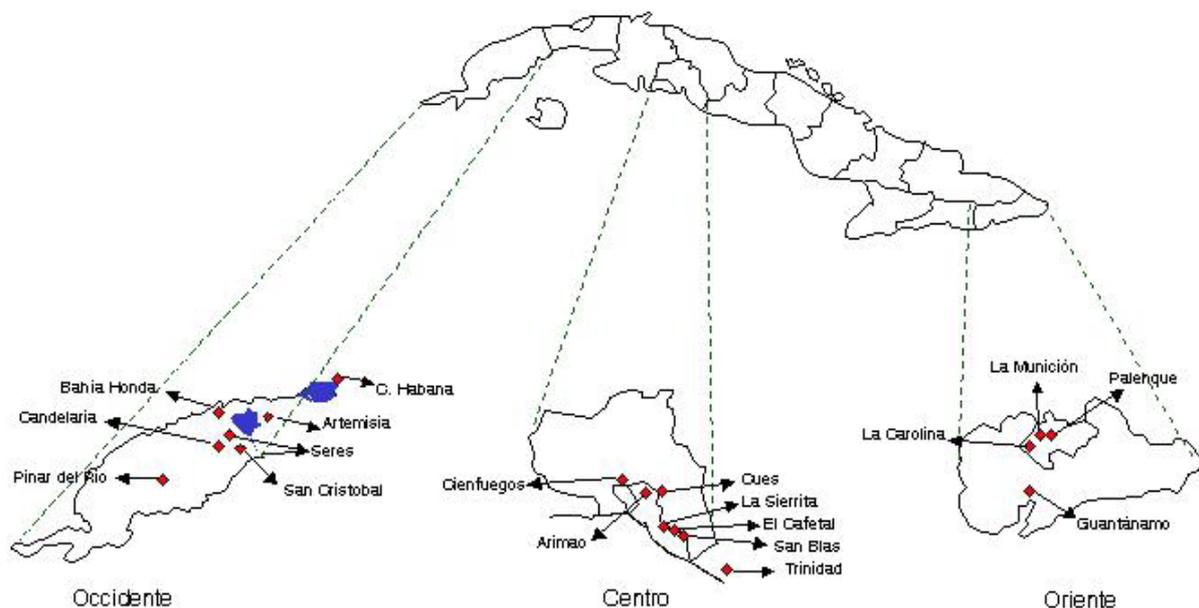
Con este propósito, el proyecto global "Contribución de los huertos caseros a la conservación *in situ* de recursos fitogenéticos en sistemas de agricultura tradicional", en el que participaron cinco países, y que se desarrolló con el apoyo técnico y financiero del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) y la Agencia Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ), tuvo como objetivo principal promover el uso y desarrollo de los huertos caseros en la conservación *in situ* de la biodiversidad agrícola en Cuba, conduciendo investigaciones que demuestren el valor de los huertos caseros en el mantenimiento de la diversidad a través de su uso. El presente trabajo resume los resultados obtenidos durante la investigación realizada por el componente cubano en dicho proyecto.

## **Materiales y métodos**

### **Misiones de exploración y selección de huertos caseros**

En el estudio preliminar realizado en Cuba sobre la conservación *in situ* de recursos genéticos de plantas cultivadas en huertos caseros (Castiñeiras *et al.*, 2001), se determinó la existencia de 30 áreas del país, con una amplia diversidad de especies cultivadas, así como información de aspectos geográficos, culturales y socioeconómicos interesantes, los que requerían de estudios más profundos desde el punto de vista conservacionista.

Dentro del proyecto global no era posible estudiar un gran número de áreas, por lo que se decidió seleccionar tres de las antes señaladas, representantes de las regiones occidental, central y oriental, ecogeográficas de Cuba, como se observa en la Figura 1.



**Figura 1.** Esquema de las áreas de estudio sobre conservación *in situ* en huertos caseros (conucos) en Cuba.

En total se visitaron 107 huertos caseros y se seleccionaron 39, lo que representó un 36.4% del total de huertos visitados (Cuadro 1). En cada uno se realizaron entrevistas compartidas, principalmente con los propietarios.

**Cuadro 1:** Número de huertos visitados y seleccionados en cada región objeto de estudio.

Región	Occidente	Centro	Oriente	Total
Número de huertos visitados	36	45	26	107
Número de huertos seleccionados	13	12	14	39
Representación porcentual del total	36	27	50	36.4

Para la selección de los huertos se tuvieron en cuenta diversos criterios, que fueron el resultado del análisis e intercambio entre los miembros del equipo de investigación y especialistas de IPGRI (T. Hodgkin, 2000; comunicación personal):

- Número de especies cultivadas (frutales, viandas, hortalizas, medicinales, etc.), con preferencia para más de 30.
- Presencia de variedades locales/ tradicionales, mientras mayor cantidad, mejor.
- Fuente principal de obtención de semillas; con preferencia a aquellos agricultores que producen su propia semilla.
- Tamaño y composición familiar; con preferencia para matrimonios con hijos, buscando seguridad en la sucesión del huerto.
- Uso de los productos del huerto; con preferencia para el autoconsumo familiar.
- Tiempo transcurrido desde el establecimiento del huerto; preferiblemente más de 20 años.
- No-existencia de litigios por la propiedad de la tierra.

### Resultados y discusión

Las regiones seleccionadas para el estudio pertenecen al área de pre-montaña de tres de los cuatro principales macizos montañosos del país y, como se describirá más adelante, tienen características diferenciales, no sólo desde el punto de vista fitogenético, sino también geográfico, histórico y sociocultural. Algunas de sus características más generales se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Características generales de las regiones de estudio.

Área/características	Occidente	Centro	Oriente
Macizo montañoso	Cordillera de Guaniguanico	Guamuhaya	Sagua - Baracoa
Clima:			
Precipitación anual	2000 – 2013 mm	1200 – 1500 mm	1200 – 2448mm
Temperatura anual	23 – 24°C	19 – 26°C	16 – 23°C
Suelos predominantes <sup>a</sup>	FR, FRL, FAL	FR, FRL, PS, PG, HS	FR, FRL, PS
Actividades económicas fundamentales	Turismo ecológico y producción de café	Comercialización de plátanos, bananos y producción de café	Producción de café y madera
Instituciones vinculadas al Proyecto	Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario"	Jardín Botánico Cienfuegos	Parque Nacional "Alejandro de Humboldt"

<sup>a</sup>Suelos: FR, Ferralítico rojo; FRL, Ferralítico rojo lixiviado; FAL, Ferralítico amarillo lixiviado; PS, Pardo sialítico; PG, Pardo grisáceo; HS, Húmedo sialítico.

Los huertos familiares visitados se encuentran tanto en el núcleo como en la periferia de las áreas protegidas "Sierra del Rosario" (región occidental) y el Parque Nacional "Alejandro de Humboldt" (región oriental). Los miembros de las comunidades de esta área han recibido, de una forma u otra, una educación ambiental dirigida a la conservación de la flora y la fauna silvestre del lugar.

Las posibilidades de integración de la conservación *in situ* de recursos genéticos de plantas de cultivo con la conservación *in situ* de la flora y la fauna silvestre de la región (áreas protegidas), es uno de los aspectos que se tuvo en cuenta durante el desarrollo del trabajo.

En el caso de la región central, las comunidades del área seleccionada tienen una marcada influencia del Jardín Botánico de Cienfuegos, el más antiguo del país, fundado en el año 1901 y que cumple la funciones de conservación y capacitación en la región.

### Inventario general de la diversidad cultivada ó útil

El inventario realizado sobre las plantas cultivadas y/o útiles en los huertos caseros, seleccionados en las tres áreas estudiadas, reveló la existencia de 508 especies, con 352 géneros y 108 familias, distribuidas por regiones, como se muestra en el Cuadro 3. Alrededor del 80% de esta diversidad, corresponde a especies cultivadas y el resto, a especies silvestres utilizadas por las familias.

**Cuadro 3:** Inventario de especies en los huertos caseros de las regiones estudiadas.

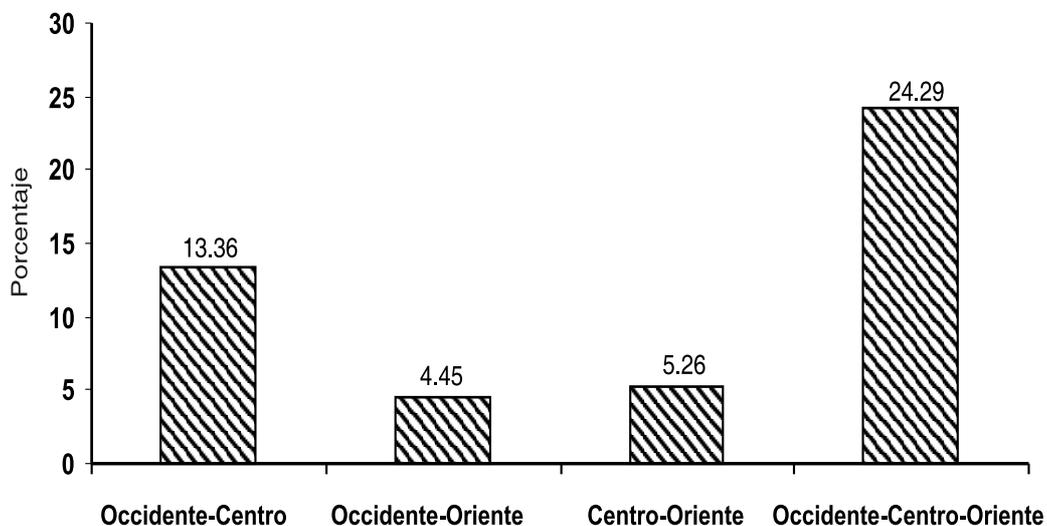
Región	Occidente	Centro	Oriente	Total
Especies	320	315	258	508
Géneros	235	237	204	352
Familias	91	90	82	108

El mayor número de especies registrado, se observó en la región central, la que podría considerarse como una zona de transición entre la región occidental y oriental, debido a la forma alargada y estrecha de la isla de Cuba.

Se debe destacar la presencia de tres especies endémicas: *Protium cubense*, *Garcinia aristata* y *Piper aduncum* subsp. *ossanum*, conservadas y utilizadas como condimento en algunos huertos de la región oriental de Cuba.

La Figura 2 permite comparar la diversidad (en cuanto a número de especies) entre las áreas seleccionadas. Se observa que aproximadamente la cuarta parte (24.29%) de la diversidad total registrada se encuentra presente en las tres regiones estudiadas, lo que indica que existen diferencias entre ellas. La región central y oriental fueron similares (coincidencia de especies) sólo en un 5.26%, mientras que los huertos seleccionados en occidente y en oriente fueron similares sólo en un 4.45%.

En la región oriental se registró un menor número de especies en comparación con el resto de las áreas de estudio; sin embargo, presenta una riqueza mayor en cuanto a variabilidad infraespecífica. Al comparar las áreas entre sí, se observó que las regiones occidental y central de Cuba fueron similares en un 13.36%.



**Figura 2.** Porcentaje de especies comunes entre las regiones estudiadas

El aislamiento y el difícil acceso del área, así como algunos rasgos sociales y culturales (fuerte influencia haitiana) que diferencian la región oriental del resto de las comunidades de la Isla, influyen en el manejo agrícola de las especies. Por ejemplo, las especies de raíces y tubérculos, en el oriente son de más amplia aceptación que en el resto de las áreas, y se ha observado una mayor variabilidad infraespecífica, como por ejemplo algunas especies de ñame (*Dioscorea* spp.) cuyo cultivo es característico de esta región. Por otro lado, también se cultivan y consumen un mayor número de especies de granos (*Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus lunatus*, *Cajanus cajan*, *Zea mays* y *Vigna umbellata* son las más frecuentes), con respecto a las otras dos regiones de estudio.

Estos resultados confirman que la diversidad registrada, cultivada en los huertos caseros estudiados, se encuentra uniformemente distribuida entre las tres regiones de estudio, lo que sería el punto de partida para analizar estas áreas, como posibles unidades efectivas mínimas de conservación *in situ* de recursos fitogenéticos en Cuba.

### Utilización de las plantas del huerto

Como se aprecia en el Cuadro 4, y de acuerdo a su utilización, las especies ornamentales ocupan un lugar importante en el huerto familiar, seguido de las plantas con uso medicinal, maderable para construcción y reparación de viviendas, frutales, condimentos, etc. La mayoría son utilizadas para el consumo familiar.

**Cuadro 4.** Resultado del inventario de especies por su uso primario.

Uso/ Región	Occidente	Centro	Oriente	Total
Ornamentales	138	127	87	197
Medicinales	64	65	56	114
Maderable construcción viviendas	24	22	30	54
Frutales	32	33	21	38
Condimentos	17	13	17	25
Otros (carbón, leña, insecticida, cerca, melíferas, etc.)	9	10	4	20
Hortalizas	9	12	7	14
Cercas vivas	9	8	8	12
Maderable construcción instrumentos trabajo	1	4	8	11
Raíces y tubérculos	8	8	6	10
Bebida	4	5	5	10
Granos	7	6	8	9
Alimento animal	3	3	4	7

Este comportamiento de utilización se mantiene en cada región, donde el número de especies utilizadas con diferentes fines es proporcional el mismo en cada región, con respecto al total de especies. Las hortalizas son una excepción, ya que hay un ligero aumento en la región central, quizá debido a que algunos huertos se ubican en áreas más urbanizadas, donde el acceso al agua para el riego es mayor.

Los campesinos cubanos manejan la diversidad a través de su uso, y la seleccionan de acuerdo a las necesidades de la familia, fundamentalmente a nivel de especie y dentro de la especie. Así, para algunos cultivos la diversidad infraespecífica es considerable, en estos casos el número de individuos por especie/variedad/población es pequeño. Sin embargo, para cultivos que reportan mayor beneficio económico a las familias rurales, el agro-ecosistema y el paisaje, en general juegan un papel importante en la selección de las especies; pues ésta es mayor el área pero con un número reducido de especies/variedades en el huerto, y un alto número de individuos por variedad. En este caso los factores bióticos y abióticos del ecosistema se tienen en cuenta, dado que los criterios de selección fundamentales van dirigidos al rendimiento y a la adaptación de la especie en cuestión; actividades que se realizan con un mínimo costo ecológico, dada la muy escasa utilización de productos químicos.

### Estudio de variabilidad morfológica y mercado de las especies seleccionadas

Se seleccionaron tres cultivos para estudiar la diversidad infraespecífica en los huertos caseros de Cuba. Aunque, en general algunas de estas especies no fueron inventariadas entre las de mayor variabilidad infraespecífica en todos los huertos, ni en todas las regiones estudiadas; diversas razones motivaron su selección como fueron el nivel de importancia actual para abordar el estudio en la región; de acuerdo al origen, dispersión y variabilidad; el tiempo necesario para realizar un estudio de diversidad con un conjunto de características mínimas de cada especie; que fueran representativas de un determinado estrato; así como la posible dependencia de la supervivencia de la especie, con respecto al manejo de la diversidad dentro del huerto casero.

*Pouteria sapota* (mamey colorado). Se realizó el estudio de 42 árboles localizados en huertos familiares y fincas de campesinos en el occidente (30 árboles) y el oriente (12 árboles) de Cuba. La caracterización se basó en 11 caracteres de fruto y semillas (España, 1997); los cuales permiten apreciar una amplia diversidad de formas, principalmente observadas a través del peso promedio del fruto (194.0-1324.1 g), número de semillas/fruto (1-4), grosor del mesocarpio (13.6-31.8 mm) y del pericarpio (1.4-2.1 mm), entre otros. Los resultados permiten afirmar que, a pesar de no estar Cuba en el centro de diversidad para la especie, existe una variabilidad que no debe ser descartada, en especial para la distribución del momento de la cosecha, que tiene una alta frecuencia hacia los meses de abril, mayo y junio, con rangos que varían desde marzo hasta julio.

No existen colecciones *ex situ* de la especie en el país, al menos formalmente reconocidas, sólo algunos ejemplares aislados en jardines botánicos y una colección privada formada por los mejores materiales existentes en Cuba (por la calidad de los frutos), y que se encuentran amenazados de erosión genética. Se podría rescatar esta colección reintroduciendo los materiales en los huertos de los agricultores involucrados en el proyecto, lo que permitiría complementar la conservación de ambas colecciones y aportar un nuevo renglón a la economía familiar.

La especie abunda en el mercado entre mayo y julio, aunque su presencia en el mismo puede extenderse a todo el año. El precio de venta de los frutos es bastante alto, aunque varía en función del tamaño y la escasez del producto.

Otras especies de interés, de la misma familia *Sapotaceae*, que se han observado con una baja frecuencia sin llegar a tener la significación del mamey colorado. Son el canistel (*Pouteria campechiana*) el caimito, (*Chrysophyllum caimito*) y el níspero (*Manilkara sapota*).

*Phaseolus lunatus* (frijol caballero). Se estudiaron 53 poblaciones de las regiones occidental, central y oriental de Cuba (24 huertos familiares), con base en 11 caracteres morfológicos de la semilla (IBPGR, 1982; Castiñeiras *et al.*, 1991). De acuerdo con la caracterización infraespecífica, basada en el estudio morfológico de las semillas, 42 poblaciones correspondieron al cv-gr. Sieva (79.25%), seis al cv-gr. Papa (11.34%), cuatro al cv-gr. Lima (7.55%) y una colecta fue observada como maleza, características silvestres.

Los colores primarios más frecuentes de las semillas fueron el blanco, el rojo y el crema, mientras que el color secundario, más frecuente, fue el marrón, el negro, y rojo. No pudo reconocerse un patrón definido de variabilidad que diferenciara las regiones en estudio, ya que la presencia de los diferentes cultigrupos mantuvo el mismo patrón a lo largo de la Isla.

La colección *ex situ* de esta especie ha sido fuertemente erosionada, pero se podrá rescatar una gran parte de la variabilidad perdida, a través de la colecta y posterior conservación *ex situ* de las accesiones mantenidas por los campesinos en los huertos caseros; lo que confirma la importancia de mantener ambos mecanismos de conservación (*in situ* y *ex situ*) como estrategias complementarias.

Actualmente, la especie no se comercializa en Cuba; fuera del entorno del huerto casero es difícil de encontrar, aun en los mercados locales de las regiones donde la especie se encuentra con mayor frecuencia, y el conocimiento tradicional del cultivo sólo perdura en las áreas rurales del país.

A partir de la variabilidad existente es posible extender la producción y consumo de esta especie. Mediante una buena divulgación, que incluya las diferentes formas tradicionales de elaboración; podrá apoyarse la diversificación del consumo y el mercado, tratándose de una especie de alto contenido proteico.

*Capsicum* spp. El estudio se realizó en el occidente, centro y oriente del país, a partir de 85 plantas del género localizadas en 31 huertos familiares, utilizando 25 descriptores de la planta, flor y fruto (IPGRI/CATIE/AVRDC, 1995; Barrios, 2000). Se confirmó la presencia de tres especies en la Isla, formando el complejo *Capsicum annuum-chinense-frutescens* con un acervo genético compuesto por materiales silvestres y cultivados, así como tipos intermedios, que presentan características tanto de cultivados como de silvestres.

La mayor variación infraespecífica se observó en las especies *C. annuum* con cinco morfotipos cultivados (uno con características intermedias), y *C. frutescens* representada por dos morfotipos cultivados con características intermedias y tres formas silvestres. En la especie *C. chinense* se detectaron tres morfotipos cultivados. La distribución de los diferentes morfotipos, dentro de las especies estudiadas mostró una baja frecuencia a la *C. annuum*, en la región occidental y *C. chinense* en la región oriental.

Se logró apreciar que la diversidad conservada *in situ* es representativa de la conservada *ex situ*, las excepciones fueron los tipos 'Tarro de chivo' y 'Ají de jardín' (*C. annuum*), 'chile blanco' (*C. frutescens*), encontrados en los huertos caseros; así como el tipo 'Corazón de paloma' (no identificado aún) creciendo silvestre en "Tumbas" (ambientes perturbados). Estos morfotipos han enriquecido la colección *ex situ*, mantenida actualmente en el Banco de Germoplasma, lo que sugiere la utilización de ambas colecciones como estrategias complementarias de conservación del acervo genético del cultivo en Cuba.

El estudio de mercado reflejó que las especies *C. chinense* y *C. frutescens* se encuentran en frecuencia muy baja, especialmente la segunda (utilizada como medicinal, condimento o encurtido), mientras que el *C. annuum* se observó regularmente. Esto sugiere que las potencialidades de utilización que brinda el complejo *annuum-chinense* no están totalmente explotadas, pues el consumidor tiene muy poco conocimiento de la diversidad presente en los huertos de las áreas rurales.

### **Aspectos relacionados con el manejo de la agrobiodiversidad**

El huerto casero cubano, se caracteriza por ser un ecosistema agrícola dinámico, donde se aprecia una alta diversidad de especies útiles. El jardín ornamental se ubica casi siempre, en la parte anterior y a uno de los lados de la vivienda, también allí a algunas especies de frutales, medicinales y condimentos. Otras especies utilizadas para la alimentación de la familia se distribuyen un poco más alejadas de la vivienda, en un sistema de rotación continuo, en dependencia del tamaño de la propiedad, donde participan hombres y mujeres; aunque, las actividades agrícolas son prioridad para los primeros.

Se puede considerar al huerto como una unidad dinámica por la movilidad interna, en el espacio y tiempo, así como la variabilidad de labores, las cuales influyen en el número de especies y la variabilidad infraespecífica presente. El hombre juega un papel predominante en el manejo del huerto, aunque, la mujer se ocupa casi totalmente de algunos grupos de cultivos como son las plantas ornamentales y medicinales, así como del cuidado de los animales domésticos (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Algunas características socio-económicas de los huertos familiares de las regiones estudiadas.

Elementos de descripción/región	Occidente	Centro	Oriente
Sistemas de producción del huerto	Raíces/tubérculos-granos-frutas	Raíces/tubérculos-granos-frutas	Raíces/tubérculos-granos
Género del dueño del huerto	85% Hombres 15% Mujeres	75% Hombres 25% Mujeres	93% Hombres 7% Mujeres
Número de personas que se benefician con los productos del huerto	17	15	24
Porcentaje de familias que venden los productos de sus huertos	92.4	53.0	78.5

En cuanto al sistema de cultivo (Cuadro 5), los frutales juegan un importante papel en el aporte de vitaminas y minerales sustituyendo el de las hortalizas. Estas requieren de un alto consumo de agua y en las áreas rurales escasea principalmente durante su período de cultivo, el que coincide con la época seca. En general la yuca (*Manihot esculenta*), los plátanos (*Musa* spp.), la malanga (*Colocasia* sp. y *Xanthosoma* sp.), los frijoles (*Phaseolus* spp.) y el maíz (*Zea mays*), entre otros, manifiestan el apego a una determinada cultura alimentaria y su origen se remonta a algunas culturas aborígenes de Mesoamérica y América del Sur, donde las raíces, los tubérculos y los granos tienen una importancia alta en la dieta familiar. Por esta razón, ocupan mayores espacios dentro del huerto, debido a la necesidad de mayores volúmenes para la alimentación de la familia y de los animales domésticos. La presencia de otras especies se ve influenciada por factores históricos; tal es el caso del café, que es importante para la economía del Estado y se localiza en zonas de montaña.

Como el número de individuos por especie cultivada y/o por variedad es pequeño, en el huerto casero en ocasiones se mantiene una sola planta; esto puede constituir una amenaza para la conservación de la variabilidad intraespecífica. Por lo que es imprescindible trazar estrategias nacionales, que incluyan una amplia divulgación popular, para disminuir en lo posible esta amenaza.

La mejor salud ambiental, en términos de fertilidad del suelo, manejo de las especies dentro del sistema de huertos, etc., se aprecia en los huertos familiares localizados dentro de las áreas protegidas y en la zona de transición. La preparación de la tierra, el control de malezas y la cosecha se realiza manualmente ó con tracción animal. La mayoría de las especies son cultivadas sin riego, con fertilización orgánica o sin fertilización.

Por otro lado, años atrás se produjeron flujos migratorios de las familias del campo a la ciudad, lo que conllevó al abandono de sus propiedades. Otra forma de migración es cuando los hijos de los agricultores realizan estudios no relacionados con esta actividad o se marchan hacia otros lugares buscando mayores beneficios económicos. Sin embargo, en los últimos años el fenómeno se ha estacionado y probablemente se encuentre inverso, favorecido por determinadas políticas agrarias de entrega de tierras y estímulos que representa en conjunto un mayor precio de los productos agrícolas en el mercado. El propio autoconsumo familiar, que en buena medida se logra con la producción del huerto, favorece la permanencia del campesino en sus propiedades.

La composición familiar promedio de los huertos estudiados es de cinco personas; sin embargo, se benefician un número mucho mayor de personas con los productos que ahí se cosechan (Cuadro 5). En general, los huertos también proporcionan un beneficio económico a las familias por la venta de productos excedentes del mismo.

### **Talleres entre científicos y campesinos**

En cada región se realizaron encuentros entre agricultores y científicos participantes del proyecto en forma de talleres, que tuvieron un impacto positivo en las comunidades, ya que permitieron el intercambio de experiencias en cuanto a prácticas de conservación de semillas, el intercambio de semillas de diferentes variedades y especies entre los agricultores; así como la divulgación del valor de la conservación, mediante el intercambio entre los participantes, entre ellos las autoridades políticas y educacionales en cada región.

### **Unidades mínimas efectivas de conservación *in situ***

Después de analizar los resultados generales y específicos obtenidos durante el desarrollo del proyecto, y que han sido abordados en los epígrafes anteriores, teniendo en cuenta las similitudes y diferencias de la diversidad dentro de los cultivos, con aspectos relacionados con el manejo, la variabilidad de especies claves en los huertos familiares estudiados de las tres regiones del país, y la motivación de los campesinos por continuar conservando sus variedades tradicionales, se proponen las regiones estudiadas occidental, central y oriental, como Unidades Mínimas Efectivas de Conservación *In Situ* de los recursos fitogenéticos en Cuba, para concentrar y potenciar la conservación en estas áreas en el futuro cercano.

### **Conclusiones**

Los huertos caseros de las áreas rurales en el occidente, centro y oriente de Cuba brindan una garantía material y espiritual a las familias, y son un reservorio de diversidad, mantenimiento, manejo y conservación de las especies y variedades locales para las comunidades rurales a través de su uso. Estas comunidades han jugado un papel determinante, en función del tiempo, gracias al cual la diversidad cultivada y silvestre ha llegado a nuestros días.

### **Agradecimientos**

El colectivo de autores desea expresar su agradecimiento a las comunidades de las áreas en estudio por su colaboración en el desarrollo del trabajo, al IPGRI y GTZ por la asesoría técnica y financiera brindada para la ejecución del trabajo, así como a los conocedores locales por su apoyo en la localización de los huertos.

### **Referencias**

- Barrios Govin, O. 2000. Estudio de los Recursos genéticos del género *Capsicum* (ají y pimiento) en Cuba. Tesis M.C. Genética Vegetal. La Habana, Cuba. 89 p.
- Castiñeiras, L., Z. Fundora, S. Pico and E. Salinas. 2001. Monitoring crop diversity in home gardens as a component in the national strategy of *in situ* conservation of plant genetic resources in Cuba, a pilot study. Plant Genetic Resources Newsletter 123: 9-18.
- Castiñeiras, L., Z. Fundora, V. Fuentes, O. Barrios, V. Moreno, P. Sánchez, A.V. González, M. García, A. Martínez Fuentes y A. Martínez. 2000. La conservación *in situ* de la variabilidad de plantas de cultivo en dos localidades de Cuba. Rev. Jardín Botánico Nacional (Cuba), Vol. XXI (1): 25-45.
- Castiñeiras, L., M. Esquivel, N. Rivero y A. Mariño. 1991. Variabilidad de las semillas de *Phaseolus lunatus* L. colectadas en Cuba. Rev. Jardín Botánico Nacional (Cuba) 12:109-114.
- España, E.A. 1997. Caracterización morfológica y fenológica *in situ* de los cultivares de zapote *Pouteria sapota* (Jacq.) Moore et Stearn en el Departamento de Suchitepeque. Tesis Ing. Agr. Sistemas de Producción Agrícola, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Universidad de San Carlos de Guatemala. 89 p.
- IBPGR. 1982. Descriptor list of *Phaseolus lunatus*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy. 26 p.
- INIFAT-ACTAF/CROCEVIA-IPGRI. 1998. Proyecto Piloto para la Conservación *in situ* de la Variabilidad de Plantas Cultivadas en Cuba. Informe Final, La Habana, Cuba. 17 pp.

- INIFAT-IPGRI. 1995. Home gardens as a component of a national *in situ* conservation strategy for crop plants: The Cuban *conuco*, a model for development. Final Report, INIFAT, Santiago de las Vegas, Cuba. 32 p.
- IPGRI/ CATIE/ AVRDC. 1995. Descriptores para *Capsicum* spp., International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia. 51 p.
- Jarvis, D., T. Hodgkin, P. Eyzaguirre, G. Ayad, B. Sthapit and L. Guarino. 1998. Farmer selection, natural selection and crop genetic diversity: the need for a basic dataset. Pp:1-8 *In*: Jarvis, D. I. & T. Hodgkin (eds), Strengthening the scientific basis of *in situ* conservation of agricultural biodiversity on-farm. Options for data collecting and analysis. Proceedings of a workshop to develop tools and procedures for *in situ* conservation on-farm, 25-29 August 1997, Rome, Italy.
- Van der Heide, R. Tripp and W.S. de Boef (comps.). 1995. Local crop development: an annotated bibliography. CGN, CPRO-DLO, ODI and IPGRI. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 153 p.

## La diversidad genética de variedades locales de maíz, frijol, calabaza y chile, y su relación con características culinarias

Esmeralda Cázares Sánchez<sup>1</sup> y Jorge Duch Gary<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Colegio de Postgraduados, Especialidad en Genética Montecillo, Texcoco, México, ([esmeralda@colpos.mx](mailto:esmeralda@colpos.mx)).

<sup>2</sup>Profesor investigador, Universidad Autónoma Chapingo.

### Summary

**Genetic diversity of maize, beans, squash and chile pepper and its relationship with culinary characteristics.** In regions of traditional agriculture, food strategies of peasant families are based on the use of high numbers of species and varieties. Local management of genetic diversity is related to the end use of agricultural products, of which home consumption is the primary destination. Culinary research on maize, beans, squash and chili peppers was carried in the municipality of Yaxcaba, Yucatan. Data were collected from direct interviews of 60 women within the community (10 % of households). The questions asked included: How many dishes are prepared per species?, How are species combined in dishes?, Which varieties and characteristics are preferred? What are the organoleptic characteristics that determine preference? How seasonal are patterns of home consumption?. The mostly and commonly used varieties were 'Xnuk-nal' yellow and white (*Zea mays*, Tuxpeño race) 58%, bean 'Xkolibu'ul' (*Phaseolus vulgaris*, late black) 78.3%, squash 'Xnuk-kúum' (*Cucurbita moschata*) 91.7%, bean 'Sak-ib' (*Phaseolus lunatus*) 86.7% and chilli pepper 'habanero' (*Capsicum chinense*) 98.3%. Colour, taste, and texture were the preferred organoleptic characteristics. In total, 60 different dishes were recorded; the varieties mentioned above were important ingredients, with marked seasonality in consumption.

**Key words:** Staple crops, regional dishes, food strategies, genetic diversity, organoleptic characteristics.

### Introducción

Los campesinos de la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, al igual que otros agricultores de México, emplean diferentes estrategias para asegurar la subsistencia de la familia a lo largo del año, debido entre otros factores, a las condiciones agroclimáticas imperantes, como la precipitación, que tienen un comportamiento altamente aleatorio en cantidad y distribución. Para enfrentar esta aleatoriedad, los agricultores siembran un gran número de especies y de variedades locales, las que se caracterizan por tener diferentes ciclos de producción y hábitos de desarrollo. La gran diversidad de materias primas o ingredientes disponibles, facilitan a las mujeres rurales la tarea de la elaboración de gran variación en las formas de aprovechamiento y, en consecuencia, una amplia variedad de platillos que se acentúa por las preferencias culturales regionales.

En las comunidades rurales, la alimentación está íntimamente ligada a las condiciones que favorecen la productividad de las tierras que cultivan, la disponibilidad de otros recursos naturales, la interacción entre el hombre y su medio ambiente, las aplicaciones culturales de aprovechamiento que se derivan del intercambio entre comunidades, así como la manera en que las unidades socioeconómicas familiares se vinculan entre sí, y con la esfera social más amplia a través de la relación producción-consumo (Peraza, 1986).

En el grupo de cultivos tradicionales destaca como ejemplo el maíz, que es el principal cultivo en México, del que se obtiene aproximadamente 45% del consumo calórico nacional, porcentaje que es mucho más alto en el medio rural; por ejemplo, en las regiones centrales del

sur y sureste del país esta proporción alcanza el 70% (Chávez, 1972). El patrón de consumo de los productos de esta especie a lo largo del año, es con base en la disponibilidad, la que a su vez está relacionada con las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, y con la disponibilidad de otras especies cultivadas, todas esenciales para la alimentación de las comunidades tradicionales.

El maíz se cocina de diversas maneras durante el año, es parte de la comida principal en las fiestas regionales y ceremonias rituales. Por ejemplo, en la comunidad de Pixoy, Valladolid, Yucatán, el nixtamal (precocido de maíz) se prepara durante todo el año para elaborar las tortillas; en las diversas fiestas se hacen tamales de maíz colado y el platillo conocido como relleno negro; en la semana santa (festividad cristiana) se come pipián de repollo, de ibes (*Phaseolus lunatus*), de frijol; en agosto se consumen los pibinales (elotes<sup>1</sup> (cocinados enterrados en el suelo) en pib), atole nuevo (bebida de grano de maíz en estado masoso) y tortilla de maíz nuevo; y en el día de muertos, conocido como *hanalpíxan* (en lengua maya fiesta de muertos), y fiesta de navidad, se elaboran atoles y tamales de diferentes maneras (Ucán *et al.*, 1982).

La diversidad y estacionalidad de usos de los ingredientes provenientes de los sistemas de producción contribuyen al proceso histórico de socialización de los productores como parte de una comunidad. Las formas de utilización de un recurso, así como las relaciones entre las familias campesinas, que están ligadas a las diversas formas de parentesco y de las obligaciones, reflejan una serie de tradiciones como las de fiestas cristianas de la comunidad y eventos de participación colectiva, que se realizan gracias a la producción de excedente (Perelló, 1979).

La presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de determinar la función de las variedades locales (maíz, frijol (*P. lunatus* y *vulgaris*), calabaza y chile) en la preparación de alimentos en la región maya del municipio de Yaxcabá, Yucatán y describir el valor de las características organolépticas preferidas de las variedades locales. Todo esto aportará información para estudios más profundos, de las relaciones entre las variedades locales y los usos en la preparación de alimentos.

### **Materiales y métodos**

El estudio se basó en la aplicación de una entrevista a las amas de casa mediante un cuestionario. La muestra de amas de casa fue definida con base en la encuesta socioeconómica realizada en 1999-2000 por el proyecto "Fortalecimiento de las Bases Científicas para la Conservación *in situ* de la Biodiversidad Agrícola en fincas, México" (Interián y Duch, 2002), e incluyó 60 viviendas (hogares) como espacio físico, número que correspondió al 10% del total de viviendas de la población.

Para obtener la información se hizo un reconocimiento previo de la dinámica de trabajo de las señoras en la cocina de sus viviendas; lo que permitió, determinar los horarios de visita y obtener una lista previa de platillos elaborados a base de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), ib (*Phaseolus lunatus*), xpelón (*Vigna unguiculata*), calabaza (*Cucurbita* spp.) y chile (*Capsicum* spp.). En el cuestionario se incluyeron los siguientes aspectos:

*Apreciación de las variedades.* Las opiniones se ordenaron con base en una escala establecida que consideró a las variedades como 1= muy buenas; 2= buenas; 3=regulares; 4=malas; y 5=muy malas. En cada una de las especies estudiadas, se tomó en cuenta la preparación de los platillos específicos que lo tienen como ingrediente principal.

*Estacionalidad del consumo.* Se recopiló información sobre la preparación y épocas de consumo de los diferentes platillos preparados con las especies objetivo. Las respuestas a las preguntas ¿cada cuando prepara este platillo? y ¿lo prepara para alguna celebración en específico?, se clasificaron en nueve tiempos diferentes de consumo: 1) cotidiano, 2) fiestas

<sup>1</sup> Elote, mazorca de maíz con grano en estado masoso-lechoso cocido

patronales, 3) cuaresma, 4) semana santa, 5) día de muertos, 6) navidad y novenas (todas estas festividades religioso-cristianas), 7) fiestas familiares (bodas, bautizos, cumpleaños), 8) primicias (ceremonia de agradecimientos, p. ej. *ch'aa chac*, *Hetz'e luum*, y *Lisa saká*), y 9) otros, concepto en el que se incluyó a otros tiempos diferentes a los anteriores.

**Características organolépticas.** Las características organolépticas, tales como el color, sabor, olor, textura (suave, dura, grumosa), además de la apreciación del rendimiento en el platillo, durabilidad, cocción y valor nutritivo, fueron evaluadas con base en las preguntas ¿por qué le gusta esta variedad?, ¿qué es lo que le gusta de esta variedad?.

Adicionalmente, se solicitó a cada ama de casa la receta de un platillo de su elección con el objeto de verificar o diferenciar los tipos de platillos locales y con ello cuantificar el número total. Cada receta incluyó la cantidad y tipo de ingredientes, el número de porciones y el modo de preparación, para determinar las combinaciones de las especies bajo estudio.

### Resultados y discusión

En la comunidad se reconocieron más de 60 platillos diferentes en los que destacan por su participación preponderante el maíz (*Zea mays*), seguido por la calabaza (*Cucurbita* spp.), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), los ibes (*P. lunatus*) chile (*Capsicum* spp.) y por último, el xpelón (*Vigna unguiculata*), Figura 1. Algunos ejemplos de estos platillos se anotan en el Cuadro 1.

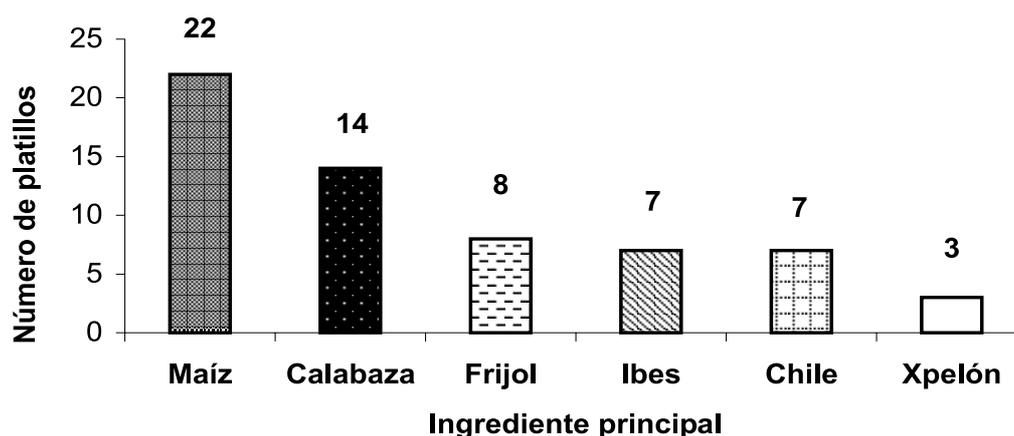


Figura 1. Número de platillos en los que cada especie es reconocida como ingrediente principal.

Cuadro 1. Ingrediente principal y nombres locales de los platillos en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, México.

Ingrediente principal	Nombres de los platillos locales y sus combinaciones
Maíz	Tamales, atoles, tortillas, pozol, elotes, pibes, panuchos, salbutes.
Frijol	En caldo, sólo o combinado con carne de cerdo, fideo, arroz o en chimole.
Ibes	Con carne de cerdo, en caldo (tiernos o secos), con repollo y en polkanes.
Xpelón	Pibes, tamales, caldo (secos o tiernos).
Calabaza	<i>Fruto tierno</i> : frita, con fideo, en potaje, con picadillo. <i>Pepita</i> : En pipián, atole, molida en tacos, tostada.
Chile	Asado, en salsas, relleno negro, chimole, escabeche, con naranja agria.

En la mayoría de las preparaciones que combinan dos o más especies, el maíz participa, ya sea como espesante o en forma de masa. Por ejemplo: el pipián de frijol que se prepara con pepita de calabaza y se espesa con masa (maíz), los polkanes (especie de tamal) que se elaboran con ibes, pepita de calabaza y masa; y los vaporcitos (tamales, masa de maíz cocida) que se preparan con *Vigna* y masa o el relleno negro que se elabora con chile y se espesa con masa.

### Apreciación de las variedades

Cabe mencionar que las familias aprovechan todas las diferentes variedades locales, la expresión común fue “aprovecha lo que hay”. Sin embargo, hay ciertas variedades locales de cierta preferencia, y mayor frecuencia de uso; además de ser consideradas como muy buenas, buenas o regulares para preparar alimentos. Por ejemplo, los maíces *Xnuc-na'al*, amarillo y blanco, fueron utilizados preferentemente por el 58.4% y 54.9% de las entrevistadas, respectivamente, y el criterio general fue de bueno. El frijol *xcolibu'ul* (*P. vulgaris*) es utilizado por el 81.7% de las amas de casa, y de ellas el 66.7% lo consideran bueno, el 10% muy bueno y el 5% restante, regular. Otro ejemplo que se obtuvo información fue para las dos variedades de calabaza más utilizadas, el 91.7% usan el *Xnuc-k'um* por sus características organolépticas preferidas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Apreciación del valor de las diferentes especies y variedades.

Especie	Variedades principales	Uso <sup>a</sup> (%)	Muy bueno (%)	Bueno (%)	Regular (%)
Maíz	<i>Xnuc-nal</i> amarillo	58.4	1.7	55.0	1.7
	<i>Xnuc-nal</i> blanco	54.9	3.3	48.3	3.3
Frijol	<i>Xcolibu'ul</i>	81.7	10.0	66.7	5.0
	<i>Sac-ib</i>	86.3	3.3	80.0	3.3
	<i>Xnuc-pelón</i>	58.3	0	58.3	0
Calabaza	<i>Xmehen-k'um</i>	53.4	6.7	46.7	0
	<i>Xnuc-k'um</i>	91.7	86.7	5.0	0
Chile	<i>Ya'ax-ik</i>	76.7	8.3	66.7	1.7
	Habanero	98.4	26.7	66.7	5.0

<sup>a</sup>Proporción de uso en el grupo de hogares evaluados, equivalente a la suma de las últimas tres columnas y fueron considerados eventos independientes a las variedades dentro de un mismo cultivo.

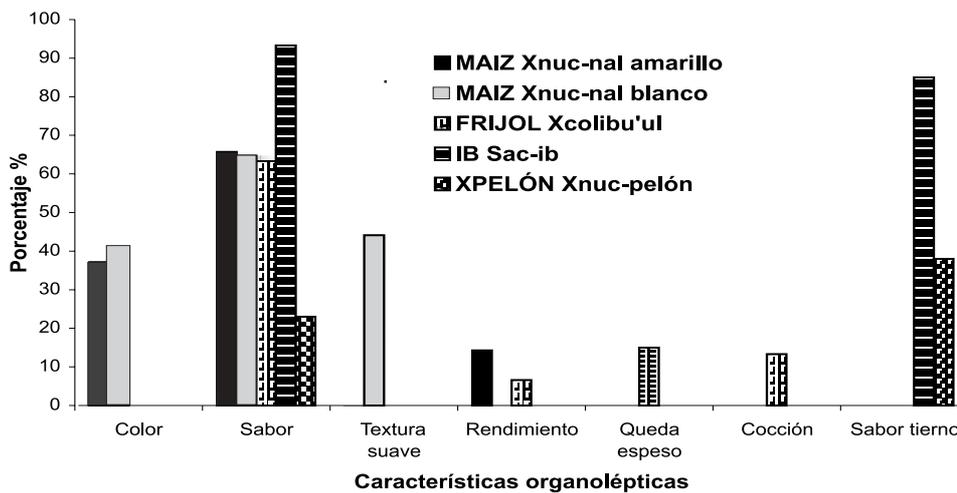
### Características organolépticas preferidas

Los hábitos de consumo y de preferencias de los consumidores por ciertos sabores, colores y texturas determinan la gran variedad de platillos, que se preparan en la comunidad. Los consumidores son capaces de identificar características organolépticas específicas de las variedades utilizadas en la preparación del platillo. La característica organoléptica de mayor frecuencia en el maíz es el sabor; adicionalmente, las amas de casa identifican una propiedad específica para el maíz *Xnuc-na'al* blanco; la textura suave de la masa, y en el maíz *xnuc nal* amarillo lo identifican como el de mayor rendimiento de masa. En frijol, la característica organoléptica de mayor atención fue el sabor; principalmente, en la preparación del *sac ib* y el *Xcolibuul*. En estado inmaduro el consumidor se fija en el sabor del *sac ib* y el *Xpelón*. En el frijol *Xcolibu'ul*, las amas de casa identifican, además, otras características como el rendimiento al cocinarse, el menor tiempo de cocción y la mayor densidad del caldo (queda espeso). En el caso de las calabazas, las preferencias se dan por el sabor del fruto tierno de *Xnuc-k'um* y *Xmehen-k'um*, 60% y 55%, respectivamente. No obstante, la calabaza *xnuc-k'um* se prefiere preponderantemente por el sabor de su pepita (semilla), la que es utilizada principalmente en la elaboración del pipián. El sabor, es la característica organoléptica preferida en las variedades de chile *Yaax-iik* y habanero, 85% y 91.7%, respectivamente. El sabor se aprecia en las salsas o guisos en las que intervienen como ingredientes (Figura 2).

### Estacionalidad del consumo

El consumo de los diferentes platillos varía a lo largo del año. Más del 70% de los platillos elaborados con las diferentes variedades de maíz, frijol, calabaza y chile son consumidos en forma cotidiana; la proporción complementaria indica que ciertos platillos son de preparación

estacional. Esto es porque para su elaboración se requieren productos que son obtenidos sólo en determinadas épocas del año, y dependen del ciclo biológico y de las estaciones de crecimiento de los cultivos, aspectos que determinan su disponibilidad. Por ejemplo, elotes, calabacitas, maíz nuevo, frijoles, ibes y xpelón en vaina. Solo se pueden obtener en ciertas estaciones del año y además son los que forman parte de los platillos elaborados en las diferentes ceremonias o rituales relacionados con las labores de la milpa, en memoria de los familiares muertos, navidad, bodas, bautizos y en fiestas regionales.



**Figura 2.** Características físicas y organolépticas preferidas por las esposas de agricultores, en relación con sus variedades locales de maíz y frijol.

Particularmente, los platillos elaborados con frijol se consumen de manera cotidiana; por ejemplo, como frijol colado, frijol con puerco, frijol simple sancochado, entre otros. El consumo de pepita (semilla) de calabaza resulta cotidiano dadas las múltiples formas en que es aprovechada; pepita tostada, pepita molida, pipián de chaya, pipián de conejo, pipián de panza de venado y pipián de frijol; mientras que el consumo de los platillos elaborados con el fruto tierno (calabaza frita, potaje de lentejas, calabacita y fideo, relleno de calabaza), se observa con mayor frecuencia cuando se encuentran en la milpa; es decir, durante los meses de septiembre y octubre.

El 95% de los platillos que se preparan con ibes se consumen de manera cotidiana; ejemplo, ibes con carne de cerdo, ibes con repollo, *polkanes* y *toksel* (estos últimos cocinados con maíz e ib). Cuando los ibes se encuentran en estado tierno en la milpa se pueden preparar en caldo. El xpelón es preferido en estado tierno (100%), principalmente para preparar pibes o simplemente cocido. El chile es consumido de manera cotidiana principalmente el "habanero" (88%) en forma de salsas. El chile *Ya'ax iik* se utiliza exclusivamente para elaborar el platillo llamado relleno negro (chile, maíz y otros ingredientes), comunmente es preparado por el 55% de la muestra de hogares y regularmente se ofrece en las fiestas familiares.

### Conclusiones

Las diferentes variedades de maíz, frijol, calabaza y chile cultivadas en la milpa y los solares de la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, se utilizan como ingredientes únicos o combinados en la elaboración de una gran diversidad de platillos que forman parte fundamental de su dieta. La mayoría de las mujeres entrevistadas consideran como buenas a sus variedades y el sabor es la característica organoléptica predominante en la selección de los ingredientes. Los

productos derivados de estas especies se consumen en general, de manera cotidiana durante el año; sin embargo, el consumo de ciertos platillos es estacional y dependiente de la disponibilidad de los frutos de la milpa, principalmente en estado inmaduro. Además, algunos platillos son preparados específicamente en ceremonias, rituales y fiestas familiares dentro de la comunidad. Todo esto indica que hay ciertas relaciones entre las variedades locales y la preparación de ciertos platillos.

### **Agradecimientos**

Al IDRC, por el financiamiento otorgado para esta investigación y al representante del IPGRI en México, así como a los profesores investigadores del Colegio de Postgraduados y de la Universidad Autónoma Chapingo por el asesoramiento para la mejor conducción del trabajo.

### **Referencias**

- Chávez, A. 1972. El maíz en la nutrición de México. *In: Memorias de Simposio: Desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo.* Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Interián K., V. M y J. Duch. 2002. Asociación de la diversidad genética de los cultivos de la milpa, los sistemas agrícolas y factores socioeconómicos en una comunidad agrícola de Yucatán. *In: J. L. Chávez-Servia, L.M. Arias-Reyes, D.I. Jarvis, J. Tuxill, D. Lope-Alzina y C. Eyzaguirre (eds), Resúmenes del simposio: Manejo de la diversidad cultivada en los agroecosistemas tradicionales, 13-16 de febrero del 2002, Mérida, México.* Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia.
- Peraza L., M. E. 1986. Patrones alimenticios en Ichmul, Yucatán: sus determinantes socioeconómicas, ecológicas y culturales. Tesis Antrop. Escuela en Ciencias Antropológicas de la Universidad Autónoma de Yucatán.
- Perelló, S. 1979. El campesinado y la comunidad rural. *In: Polémica Sobre las Clases Sociales en el Campo Mexicano.* Macehual, S.A., México
- Terán S., Ch. H. Rasmussen y O. May. 1998. Las Plantas de la Milpa entre los Mayas. Tun Ben Kin A.C. Yucatán, México.
- Ucán E., E., M. Narváez-Segovia, A. Puch-Tzab y V. Cástulo-Chan. 1982. El cultivo del maíz en el ejido de Mucel Pixoy, Valladolid, Yucatán. *In: Nuestro maíz, treinta monografías populares.* Museo Nacional de Culturas Populares. Consejo Nacional de Fomento Educativo. Secretaría de Educación Pública. México D.F.

