

Resultados en conservación, uso
y aprovechamiento sustentable
de recursos fitogenéticos para la
alimentación y la agricultura



**Resultados en conservación, uso
y aprovechamiento sustentable
de recursos fitogenéticos para la
alimentación y la agricultura**

**Resultados en conservación, uso y aprovechamiento sustentable de
recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura**

Autores:

Leobigildo Córdova Téllez

Pedro Antonio López

Panuncio Jerónimo Reyes Santiago

Ángel Villegas Monter

Jorge Cadena Iñiguez

Luz María Mera Ovando

Rogelio Lépiz Ildefonso

Rosalinda González Santos

Oscar Gámez Montiel

Diseño y formación: Alfonso Martínez Acosta

Primera edición: septiembre del 2015

Número ISBN: 978-607-96982-0-1

Asociación Nacional para la Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola, A. C.

Calz. Mariano Escobedo núm. 214, Interior 1-7, Colonia Anáhuac 1ª Sección, Del.
Miguel Hidalgo. C.P. 11320

Agradecimientos

A la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), que a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) proporcionó los recursos económicos para posibilitar la realización e impresión de esta obra.

Presentación

México ha sido ampliamente reconocido a nivel mundial por su abundancia biológica, siendo el maíz, el frijol, la calabaza, el chile, la papaya, el algodón y la vainilla, entre otros cultivos, algunos de los recursos fitogenéticos que han favorecido de manera sobresaliente a la alimentación y desarrollo de la humanidad.

Con el fin de dar a conocer el progreso vinculado a la conservación de los recursos fitogenéticos nacionales, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), presenta en este compendio las acciones y esfuerzos que durante el año 2011 llevaron a cabo las instituciones, organizaciones, comunidades y personas que forman parte de los sectores de agricultura, medio ambiente y desarrollo, para la preservación y aprovechamiento sustentable de dichos recursos.

Ing. Enriqueta Molina Macías
Directora General del SNICS

Índice

Básicos e Industriales

Caracterización y conservación de la diversidad de agaváceas en México Abisaí Josué García Mendoza	13	Manejo integral del agroecosistema en Nayarit J. Arahón Hernández Guzmán	63
Evaluación, manejo y uso sustentable de los recursos genéticos del algodón en México Claudia Pérez Mendoza	19	Situación actual y potencial del banco de germoplasma de maíz nativo en dos delegaciones políticas del Distrito Federal C. Joel Padilla Cruz	69
Evaluación, manejo y uso sustentable de la diversidad genética de amaranto Eduardo Espitia Rangel	23	Manejo integral del agroecosistema en el estado de Colima Jorge de Jesús Quevedo Ramírez	71
Conservación y utilización de los recursos genéticos de frijol en México María Luisa Patricia Vargas Vázquez	29	Manejo sustentable del agroecosistema en Guanajuato José Alfonso Aguirre Gómez	75
Evaluación, validación y manejo de la diversidad del girasol en México Miguel Hernández Martínez	35	Manejo y uso sustentable del agroecosistema milpa en razas de maíz con problemas de pérdida de diversidad en Michoacán José Alfredo Carrera Valtierra	81
Caracterización y estrategias de conservación del germoplasma de jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>) en México Lilia Alcaraz Meléndez	41	Manejo integral del agroecosistema milpa tradicional en Yucatán Luis Antonio Dzib Aguilar	85
Manejo integral del agroecosistema en el estado de Puebla Pedro Antonio López	45	Manejo y uso sustentable del agroecosistema milpa en Jalisco Luis Sahagún Castellanos	93
Manejo sustentable del agroecosistema en Oaxaca Flavio Aragón Cuevas	51	Manejo integral del agroecosistema en Sonora Manuel de Jesús Guerrero Herrera	97
Conservación y selección participativa en poblaciones nativas de maíz del sureste de Coahuila Froylán Rincón Sánchez	55	Manejo integral del agroecosistema en Tamaulipas Manuel Raymundo Garza Castillo	101
Conservación <i>in situ</i> de maíces criollos bajo el sistema milpa en el estado de Morelos Ignacio Hernández Márquez	59	Manejo integral del agroecosistema en el Estado de México Micaela de la O Olán	107

Manejo y uso sustentable del agroecosistema en Guerrero 113
Noel Orlando Gómez Montiel

Pagos por servicios de conservación *in situ* de razas criollas de maíz y fortalecimiento del banco comunitario de germoplasma 119
Osvaldo Baldemar Pérez Cuevas

Manejo y uso sustentable del agroecosistema 123
Pablo Amín Ruiz Cruz

Manejo y uso sustentable del agroecosistema en el Estado de México 129
Rafael Ortega Paczka

Manejo integral del agroecosistema en los estados de Veracruz e Hidalgo 133
Santiago Cruz Castro

Rescate, conservación, investigación y utilización de la biodiversidad de la vainilla 135
Delfino Reyes López

Centros de conservación

Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes de Clima Templado 143
Alejandro F. Barrientos Priego

Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes- de Clima Subtropical 147
Bernardo Bernal Valenzo

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en centros de conservación. 153
Flavio Aragón Cuevas

Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas-Región Norte (SEMORNO) 157
Froylán Rincón Sánchez

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en: Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas-Región Sur y Sureste 161
Fulgencio Humberto Castro García

Banco de semillas en Amecameca, Estado de México 167
C. Guadalupe Ortiz-Monasterio Landa

Fortalecimiento del laboratorio central de referencia en semillas 171
Jorge Cadena Íñiguez

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en centros de conservación 177
Leobigildo Cordova Téllez

Banco comunitario de maíz criollo en el Estado de México 181
Everardo Lovera Gómez

Colecta de accesiones con información etnobotánica de especies con potencial para recursos fitogenéticos 183
Luis Gerardo Hernández Sandoval

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en centros de conservación: Centro de Conservación Occidente 187
Moisés Martín Morales Rivera

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética en centros de conservación de 45 géneros nativos de México 191
Osvaldo Baldemar Pérez Cuevas

Fortalecimiento de la Red Centros de Conservación: colección *in vitro* de agaves 195
Rafael Ramírez Malagón

Banco de conservación de
germoplasma *in vitro* de la Universidad
Veracruzana

Rebeca Alicia Menchaca García

201

Mantenimiento, manejo y utilización
de 45 géneros nativos de México

Salvador Muciños Serrano

203

Frutales

Evaluación, validación, manejo y uso
de los recursos genéticos del aguacate

María de la Cruz Espíndola Barquera

211

Caracterización, uso y conservación de
los recursos fitogenéticos de la
familia *Annonaceae*

Luis Martín Hernández Fuentes

217

Evaluación de cacao criollo mexicano
(*Theobroma cacao* L.) para su uso
y manejo

Carlos Hugo Avendaño Arrazate

221

Diversidad genética, citogenética,
sistemas de producción y usos del
género *Spondias* en México

Artemio Cruz León

225

Caracterización, mantenimiento,
conservación y aprovechamiento de
los recursos genéticos de guayaba
(*Psidium* spp.) en México

José Luis Domínguez Álvarez

231

Los recursos genéticos de nanche
(*Byrsonima crassifolia*) en México

José Luis Moreno Martínez

235

Recolecta, caracterización y cultivo
in vitro de diferentes accesiones de
papayo (*Carica papaya* L.) en México

Catarino Ávila Reséndiz

239

Evaluación, validación y uso
sustentable de los recursos genéticos de
pitaya y pitahaya 2011

Alberto Julián Valencia Botín

243

Validación, evaluación y uso de los
recursos genéticos de sapotáceas
(zapote mamey, chicozapote y caimito)

Ángel Villegas Monter

249

Evaluación, validación y uso
sustentable de los recursos
genéticos del tejocote

Raúl Nieto Ángel

253

Vid silvestre (*Vitis* spp.) recurso
fitogenético con usos potenciales
interesantes

José Refugio Tobar Reyes

257

Hortalizas

Evaluación y aprovechamiento
sustentable del germoplasma de
camote (*Ipomoea batatas*)

Francisco Alberto Basurto Peña

263

El chayote (*Sechium* spp.) un recurso
fitogenético mesoamericano

Jorge Cadena Íñiguez

267

Los recursos genéticos de chile
(*Capsicum* spp.) en México: estudio,
conservación y utilización

Luis Latournerie Moreno

273

Evaluación y aprovechamiento
sustentable de la papa

Aarón Rodríguez Contreras

277

Evaluación, validación y uso de los
recursos genéticos de tomate de cáscara
(*Physalis* spp.) en México

José Francisco Santiaguillo Hernández

283

Impulso

Evaluación, reproducción, búsqueda de
valor agregado y fomento
del achiote

Javier Orlando Mijangos Cortés

291

**Evaluación y aprovechamiento
sustentable de especies utilizadas
como quelites** 297

Delia Castro Lara

**Evaluación, mejoramiento y fomento
sustentable del romerito (*Suaeda* spp.)
en México** 301

Aquiles Carballo Carballo

**Evaluación del complejo *Portulaca*
oleracea L. involucrado en la
producción de verdolaga para hortaliza
en México** 305

Luz María Mera Ovando

**Evaluación, manejo y acciones que
promuevan la conservación de Yuca** 311

Aquiles Carballo Carballo

Ornamentales

**Evaluación, manejo y aprovechamiento
sustentable del género *Echeveria*** 319

Jerónimo Reyes Santiago

**Atención integral a la problemática de
las especies del género
Beaucarnea (pata de elefante)** 325

Luis Hernández Sandoval

Básicos e Industriales

Caracterización y conservación de la diversidad de agaváceas en México

Abisai Josué García Mendoza¹, Luis Antonio Parra Negrete², Martín Candelario Esqueda Valle³, Rafael Ramírez Malagón⁴, Juan Florencio Gómez Leyva⁵, Patricia Colunga García-Marín⁶, Cuauhtémoc Jacques Hernández⁷ y Benjamín Rodríguez Garay⁸.

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: abisai@ibunam2.ibiologia.unam.mx. ²Universidad de Guanajuato. Correo electrónico: parral@dulcinea.ugto.mx. ³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Correo electrónico: esqueda@ciad.mx. ⁴Universidad de Guanajuato. Correo electrónico: ramirafa@ugto.mx. ⁵Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Correo electrónico: jfgleyva@hotmail.com. ⁶Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Recursos Naturales. Correo electrónico: pcolunga@cicy.mx. ⁷Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Transferencia de Tecnología. Centro de Biotecnología Genómica. Correo electrónico: aguilaquecae@yahoo.com. ⁸Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. Unidad de Biotecnología Vegetal. Correo electrónico: brodriguez@ciatej.net.mx.

Resumen

Durante el año 2012 la Red Agaváceas atendió las propuestas establecidas en el plan estratégico, en el que se definió como prioridad la identificación del estado que guarda el material de herbario de la familia *Agavaceae*, para lo cual se realizó el registro y la captura de la información de 750 ejemplares de los géneros *Agave*, *Beschorneria*, *Furcraea*, *Hesperaloe*, *Manfreda*, *Polianthes*, *Prochnyanthes* y *Yucca*. Se atendieron dos propuestas con un enfoque de manejo sustentable para los agaves productores de aguamiel y de pulque del estado de Guanajuato, y de *Agave angustifolia*, especie destinada a la producción de bacanora en Sonora, en donde se establecieron plantaciones para la conservación de dichas especies de agave. Se desarrollaron tres proyectos para efectuar tanto la caracterización *in situ* como la caracterización *ex situ* con fines de registro por medio del empleo de caracteres morfológicos y moleculares para las especies: *A. angustifolia*, productora de ixtle en Jalisco; *A. americana* cv. chato Sahuayo, en Michoacán; y *A. montium-sancticaroli*, empleada en la producción de mezcal en Tamaulipas. Respecto al mejoramiento genético, se están realizando cruza interespecíficas entre *A. tequilana* y *A. angustifolia* y se han rescatado 20 líneas, producto de estas cruza, para su caracterización y micropropagación. Finalmente, a la fecha se cuenta con el registro de 350 accesiones de 50 especies establecidas *ex situ* en el Depositario Nacional de Agaves.

Introducción

Los agaves son un grupo de plantas de gran importancia económica y ecológica para México (Eguiarte, 2000). El agave es endémico del continente americano y su distribución se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela (García, 2002). México es el centro de origen del género *Agave*. Existen 210 especies de *Agave* y en México se encuentran 159 de ellas, las cuales representan el 75 % de la diversidad total. Según García (2012), 119 de estas especies son endémicas. Actualmente se reconocen dentro de la familia *Agavaceae*

nueve géneros y cerca de 300 especies. El potencial económico y ecológico que representan, constituye el eje alrededor del cual giran las investigaciones que hoy en día se desarrollan en torno a poblaciones silvestres y cultivadas del género *Agave*. El agave es utilizado actualmente para la elaboración de aguamiel y de pulque, además de bebidas alcohólicas destiladas como el tequila y el mezcal, así como para la obtención de fibras, alimento y materiales para el ornamento y la construcción, entre otros usos (García 2012).

Materiales y métodos

Datos de herbario

Para actualizar la base de datos se visitaron el herbario del CIIDIR, unidad Durango; el IBUG; el GUA-DA; el MEXU; y el Herbario XAL.

Modelos de conservación

Se realizaron encuestas, un estudio bibliográfico y visitas a productores con la finalidad de conocer la situación actual de los magueyes aguamieleros en el estado de Guanajuato. Para el caso del trasplante de *A. angustifolia* en Sonora, se realizaron algunos análisis fisicoquímicos del suelo (pH, textura, pedregosidad, materia orgánica, conductividad eléctrica, fertilidad y salinidad). En cuanto a los factores bióticos se analizaron mapas de vegetación y se realizaron análisis *in situ* mediante el método de cuadrantes al azar, cuadrante centrado en un punto y líneas de Canfield, según el tipo de vegetación, con lo que se determinó densidad, dominancia, frecuencia y valor de importancia de las diferentes especies vegetales. Se estimó la población total, la abundancia y la distribución del agave en cada sitio. Asimismo se consideraron las demás especies vegetales para conocer sus relaciones intra e interespecíficas y se emplearon como índices de similitud: el índice de Jaccard y el índice de Sorensen & Ellenberg; y como índices de diversidad: el índice de Simpson y el índice de Shannon & Weiner. Para potenciar la recuperación de las áreas naturales de distribución del agave, además de caracterizar los factores ambientales, se trasplantaron de dos a cuatro líneas clonales élite por sitio, con vitroplantas de una talla mínima de 20 cm, previamente endurecidas para favorecer su prendimiento en agostadero, con una distancia promedio de 1 m entre el agave y la nodriza (*Prosopis*, *Parkinsonia* y *Bursera*) y de una a tres vitroplantas trasplantadas por nodriza, con una orientación predominante hacia el oeste.

Caracterización de agaves

Para la caracterización con fines de registro se muestrearon ejemplares adultos y se consideraron todos los caracteres propuestos en el proyecto de *Directrices para la ejecución del examen de la distinción*,

la homogeneidad y la estabilidad de variedades vegetales de *Agave spp.* propuesto por el SINAREFI a la UPOV. Código: AGAVE_SPP del 3 de abril del 2007.

Caracterización molecular

El ADN se obtuvo mediante el protocolo de Doyle y Doyle (1987). Se extrajeron un total de 40 muestras de agaves silvestres y cultivares. La calidad del ADN se observó mediante geles de agarosa para determinar si se realizó correctamente la extracción y para corroborar su calidad y cantidad. La amplificación de ADN se realizó mediante la técnica de PCR a partir de una mezcla de dNTP's, iniciador y Taq DNA polimerasa como oligonucleótidos, se utilizaron los ISSR: (GA)8C, (GA)8YC y (AC)8YC. Las condiciones de amplificación fueron: iniciación a 94 °C por 4 min, desnaturalización a 94 °C por 30 s, alineación con diferentes temperaturas de acuerdo a las secuencias del primero (50 a 55 °C), la extensión a 72 °C con repeticiones de 35 ciclos y una extensión final de 72 °C. Los productos fueron separados en un gel de agarosa al 1.4 % y los fragmentos fueron registrados como 0 y 1 para ausencia/presencia. Con estos datos se generó una matriz de disimilitud y la construcción de un dendrograma empleando el Coeficiente de Dice con el programa NTSYS 2.0.

Establecimiento en cultivo de tejidos

En los tratamientos de regeneración de agave se empleó semilla como fuente de meristemo (organogénesis directa) así como hoja y médula del tallo (organogénesis indirecta), los cuales fueron desinfectados y establecidos en medios asépticos con las sales MS. La formación de brotes se indujo a partir de callos, en el mismo medio utilizado en la fase *formación de callo*, cambiando únicamente los reguladores de crecimiento, para lo cual se usó ácido indol acético (AIA) y kinetina (Kin). La multiplicación de brotes se realizó en el mismo medio modificando los reguladores de crecimiento, en este caso se empleó AIA (0.3 mg/L) en combinación con varias concentraciones de bencilaminopurina (BA) o de Kin. Las condiciones de incubación fueron 25 °C \pm 1 °C con un fotoperiodo de 16 h/luz. La adaptación *ex vitro* se realizó en invernadero. Las plántulas se sumergieron en una solución diluida de fungicida (Promyl-50) antes de ser trasplantadas a turba,

manteniendo una humedad relativa del 90 % mediante la aspersión de agua, esto solo las primeras dos semanas.

Hibridación interespecífica

Actualmente el trabajo de mejoramiento se está realizando en el sur del estado de Jalisco y en otras localidades de la misma entidad (Figura 1).

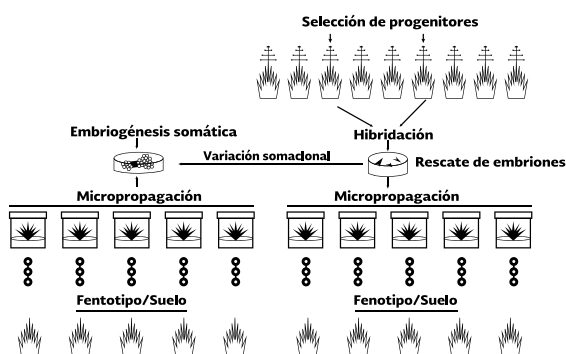


Figura 1. Diagrama general del protocolo para el mejoramiento genético de *Agave angustifolia* Haw.

La *hibridación in casa* consiste en la producción de híbridos por medios sexuales mediante polinizaciones realizadas en laboratorio y el posterior rescate de embriones *in vitro*. Esta técnica facilita la polinización evitando el tedioso y peligroso proceso en condiciones de campo (Rodríguez-Garay, 2011 manuscrito en preparación). El rescate de embriones se realiza en semillas inmaduras, aproximadamente 30 días después de la polinización, con la ayuda de un microscopio estereoscópico, bisturí y pinzas finas de relojero. Se emplea un medio de cultivo para el rescate de embriones y para la posterior germinación de embriones somáticos de *A. tequilana*. Después de que transcurren de 6 a 7 meses de desarrollo y crecimiento en el medio de cultivo (con resiembra a medio fresco cada cuatro semanas), las plántulas se transfieren al medio de cultivo empleado para la micropropagación de agave, reportado por Santa-cruz-Ruvalcaba *et al.* (1999). Durante el proceso de *hibridación in casa*, el polen colectado de todos los progenitores es conservado bajo congelación a -20 °C para su posterior uso en el banco de germoplasma de polen, de acuerdo al protocolo establecido por López-Díaz y Rodríguez-Garay (2008).

Resultados y discusión

Magüeyes de Guanajuato

Como resultado de la investigación realizada se deduce que en los 46 municipios de Guanajuato no hay registros oficiales, ni estatales ni municipales, de la existencia de plantas en magüeyeras compactas o en monocultivo y que primordialmente son utilizadas en hilera como cercos vivos que delimitan terrenos, casas o predios ubicados en algunas rancherías. Las especies pulqueras más comunes en el estado de Guanajuato son *A. mapisaga* (magüey jilote o manos largas), *A. salmiana salmiana* (magüey manso) y *A. americana americana* (magüey blanco o cenizo). Otras especies se encuentran en menor medida como el *A. weberi*, el *A. scabra potosiensis* (magüey blanco áspero) y el *A. americana marginata* (magüey rayado o magüey del golpe). Este estudio permitirá sentar las bases para establecer un esquema de aprovechamiento sustentable, en colaboración con los productores, a través del cual sea posible diversificar la utilización de los agaves, además de la producción de pulque y de aguamiel, aprovechándolos como nicho de los gusanos de magüey, empleándolos para elaborar el pan de pulque y la miel de agave, y utilizándolos en el encurtido de flores y en la producción de fibra destinada a la elaboración de artesanías, entre otros usos.

Manejo de conservación en Sonora

El *Agave angustifolia* posee amplia adaptabilidad a diferentes ecosistemas y por lo tanto tiene una amplia distribución, la cual se extiende desde Costa Rica, en el sur, hasta el desierto de Sonora, en el norte (Gentry, 1982). En el noroeste de México, el agave bacanora, como se le conoce en Sonora, está muy extendido desde las costas áridas del mar de Cortés hasta la vertiente occidental de la sierra Madre Occidental. Para potenciar la recuperación de las áreas naturales de distribución del agave, además de caracterizar los factores ambientales, se trasplantaron de dos a cuatro líneas clonales élite por sitio, con vitroplantas de una talla mínima de 20 cm, previamente endurecidas para favorecer su prendimiento en agostadero. Con base en las características abióticas y bióticas del módulo se diseñó un modelo de trasplante, considerando plantas nodrizas de los

géneros *Prosopis*, *Parkinsonia* y *Bursera*, las cuales a la fecha se perfilan como nodrizas deseables para un manejo exitoso del maguey, más aún en consideración de que el matorral desértico micrófilo tiene una escasa riqueza vegetal comparada con otros ecosistemas. El modelo se estableció con una distancia promedio de 1 m entre el agave y la nodriza, con una a tres vitroplantas trasplantadas por nodriza y con una orientación predominante hacia el oeste. Aunque la micropropagación tiene un papel crucial en la biotecnología vegetal, más aún en especies de lento crecimiento o con reproducción sexual restringida como el agave, las ventajas se limitan debido a la falta de conocimiento sobre el comportamiento de las líneas clonales, aunado a que *A. angustifolia* está entre las especies menos estudiadas, fisiológica y bioquímicamente, y a que su ciclo de vida se extiende alrededor de seis a ocho años. El éxito logrado se fundamentó en la previa caracterización de los factores bióticos y abióticos de los sitios y en el establecimiento de un diseño específico de trasplante, el cual consideró factores críticos como plantas nodrizas, orientación, radiación, pendiente, pedregosidad, entre otros. Así mismo la aclimatación y el endurecimiento de las vitroplantas resultó crucial. La aplicación de estos criterios durante el trasplante permitieron alcanzar un porcentaje general de prendimiento de los agaves del 85 %.

Mantenimiento de las colecciones *ex situ*

Se cuenta con el DNAC-N, el cual consta de aproximadamente 10 hectáreas cedidas por la Universidad de Guanajuato. En dicho depositario se conservan 422 accesiones, las cuales corresponden a diversas variantes de 50 especies del género *Agave*, entre especies y subespecies. Todas las accesiones cuentan con datos pasaporte y registro fotográfico (Figura 2). Este número de accesiones representa el 25 % del total del taxón de *Agave*, por lo que se plantea que a corto plazo se pueda incrementar el número de especies conservadas.

Los productos de amplificación ISSR lograron amplificar un promedio de 12 a 14 fragmentos con alto nivel de polimorfismo entre especies, lo cual permitió establecer grupos homogéneos (Figura 3). En el primer grupo se reunieron las muestras correspondientes a *Agave inaequidens*, en el segundo

grupo se conjuntaron las muestras de *Agave americana* cv. chato Sahuayo y en el tercer grupo resultó una asociación interesante entre *Agave angustifolia* cv. pata de mula y *Agave tequilana*, la cual sugiere una relación genética, por lo que se debe realizar una revisión taxonómica. Este trabajo resulta de gran apoyo respecto a la *taxonomía clásica*, ya que la especie *A. americana* empleada en la producción de mezcal resulta estar relacionada genéticamente con *A. angustifolia*, lo cual podría ser empleado para reconsiderar el grupo taxonómico al que pertenece la especie mezcalera.



Figura 2. Ejemplares de *Agave escabra* conservados en el Depositario Nacional de Agaves.

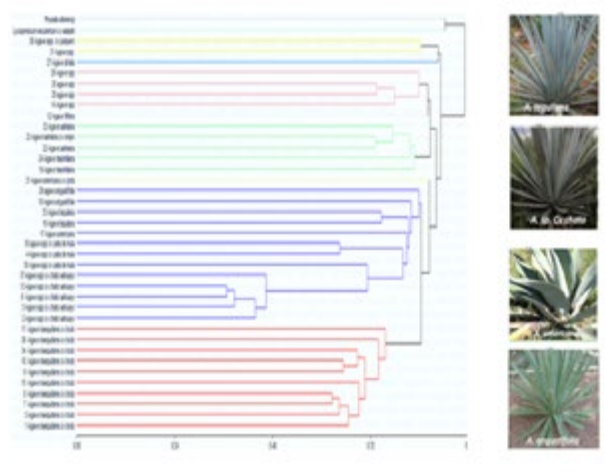


Figura 3. Dendrograma generado con los marcadores ISSR, el cual muestra la separación por grupos de *A. americana*, *A. tequilana*, *A. angustifolia* y *A. inaequidens*.

Caracterización con fines de registro

A la fecha se tienen en la parcela un total de 290 hijuelos de la especie y 2 319 hijuelos de la variedad de diversos orígenes de tejido y tamaños. Del total de hijuelos mencionados, el 60 % de ellos (1 550) son útiles para la siembra directa, de los cuales al menos 1 200 serán seleccionados para su extracción y replantación, durante el año 2012, en la parcela ubicada en el municipio de San Carlos. Cabe señalar que debido a la posibilidad de que el próximo año sea el último que funcione la parcela, tal vez sea necesario movilizar el total de los hijuelos a San Carlos, razón por la cual se tendrá que construir un vivero para lograr completar el desarrollo de los hijuelos más pequeños.

Productos entregables e indicadores de impacto

Se cuenta con un estudio etnobotánico de los agaves destinados a la producción de pulque y de aguamiel en Guanajuato.

Se incrementó el número de accesiones del DNAC-N y se continúa con el mantenimiento de la colección *ex situ* de agaves.

Conclusiones

Se ha observado que *Agave montium-sancticaroli* en algunas zonas la sierra de San Carlos presenta una elevada variabilidad morfológica y un alto grado de hibridación interespecífica; aunque las poblaciones de las variantes morfológicas y de los híbridos son reducidas. Debajo de la cota de los 400 msnm la hibridación se presenta entre *A. montium-sancticaroli* y *A. americana*, *A. univittata* o *A. funkiana*.

Es indispensable contar en la Red Agaváceas con un mayor número de especialistas dedicados a los aspectos taxonómicos de la familia *Agavaceae*, en apoyo a las colectas y la verificación de los ejemplares destinados a la conservación.

Bibliografía

Illsley, C. y J. Larson. 2012. Mezcal, tequila, bacanora, pulque y sotol. La Jornada del Campo. Núm 53. Suplemento. La Jornada. México.

Colunga García-Marín, S. P. 2006. Base de datos de nombres técnicos o de uso común en el aprovechamiento de los agaves en México. CONABIO. México. 19 p.

CONABIO. 2006. Agaves, mezcales y diversidad. Mapa. 2.^a ed. México.

Doyle, J.J. y J. L. Doyle. 1987. A Rapid DNA Isolation Procedure for Small Quantities of Fresh Leaf Tissue. *Phytochemical Bulletin*. 19: 11-15.

Eguiarte, L. E., A. Silva y V. Souza. 2000. Biología evolutiva de la familia *Agavaceae*: biología reproductiva, genética de poblaciones y filogenia. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 166: 131-150.

Garay Rodríguez, B. y S. López D. 2008. Simple Methods for *In Vitro* Pollen Germination and Pollen Preservation of Selected Species of the Genus *Agave*. *e-Gnosis*. 6: 1-7.

García Mendoza, A. 2002. Distribution of *Agave* (*Agavaceae*) in Mexico. *Cactus Succulent Journal*. 74: 177-188.

García Mendoza, A. 2012. México, país de magueyes. La Jornada del Campo. Núm 53. Suplemento. La Jornada. México.

Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.

Santacruz Ruvalcaba, F., H. Gutiérrez P. y B. Rodríguez G. 1999. Efficient *In Vitro* Propagation of *Agave parrasana* Berger. *Plant cell, tissue organ culture*. 56(3): 163-167.

Valenzuela Zapata, A. G. y G. P. Nabham. 2003. Tequila: a Natural and Cultural History. Edit. Tucson University Press. EUA. 113 p.

Evaluación, manejo y uso sustentable de los recursos genéticos del algodón en México

Claudia Pérez Mendoza¹, María del Rosario Tovar Gómez², Martha Elena Pedraza Santos³, Manuel Madrid Cruz⁴, Javier Orlando Mijangos Cortés⁵, Javier Francisco Enríquez Quiroz⁶, Manuel Flores Zárate⁷, Leticia Tavitas Fuentes⁸ y Quintín Obispo González⁹.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Centro Nacional de Recursos Genéticos. perez.claudia@inifap.gob.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional del Centro. Campo Experimental Valle de México. tovar.rosario@inifap.gob.mx. ³Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Correo electrónico: marelpesa@yahoo.com.mx. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Correo electrónico: madrid.manuel@inifap.gob.mx. ⁵Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Correo electrónico: jomijangos@cicy.mx. ⁶INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Correo electrónico: enriquez.javier@inifap.gob.mx. ⁷INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Iguala. Correo electrónico: zarate.manuel@inifap.gob.mx. ⁸INIFAP. Centro de Investigación Región Pacífico Sur. Campo Experimental Zacatepec. Correo electrónico: tavitas.leticia@inifap.gob.mx. ⁹Centro de Estudios Superiores Agropecuarios del Estado de Guerrero. Correo electrónico: brodriguez@ciatej.net.mx.

Resumen

México es el centro de origen del algodón cultivado y de la gran diversidad genética de especies silvestres diploides. En la actualidad, en México han sido limitados los trabajos enfocados a la recolección y a la caracterización de especies silvestres y semidomesticadas de algodón. Con base en lo anterior, el objetivo del proyecto fue: coleccionar, conservar, caracterizar y documentar las especies y razas endémicas de algodón existentes en diferentes zonas de México. La investigación se realizó durante el periodo 2011-2012, para alcanzar el objetivo se contemplaron cuatro líneas: actividades de conservación *ex situ* y ampliación de jardín; exploración y recolección de especies de *Gossypium*, efectuadas en áreas de mayor distribución e identificadas mediante la compilación de información (herbarios, bibliografía, etcétera); caracterización morfológica de 20 accesiones de la especie *G. hirsutum*, con el propósito de conocer sus rasgos distintivos y establecer su potencial de uso; y promoción de la Red Algodón. Dentro de los resultados más relevantes se tiene la recolección total de 235 accesiones procedentes de los estados de Campeche, Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, siendo *Gossypium hirsutum* la especie con mayor recolección, seguida de *G. aridum*, *G. barbadense*, *G. laxum* y *G. spp.* En lo relacionado con la caracterización morfológica, se observaron diferencias entre la forma y el tamaño de la hoja, cápsula, número de semillas, floración y tipo de hábito, por mencionar algunas características, lo cual resulta esencial para efectuar el mejoramiento genético. Finalmente, se publicaron al menos siete resúmenes en congresos nacionales e internacionales y se elaboró una ficha tecnológica nueva que está en proceso de revisión editorial.

Introducción

México es centro de origen y de diversidad genética de *Gossypium hirsutum*. Esta especie es ampliamente cultivada en el mundo por su buena calidad en la fibra y es conocida por varios nombres comunes como: acala, algodón *upland*, algodón de fibra corta, algodón

mocho y algodón cambodia (Ulloa *et al.*, 2006). El centro de origen de la especie *Gossypium hirsutum* se encuentra dentro de los límites geográficos del sureste de México y el país vecino de Guatemala (Obispo, 1978; Brubaker y Wendel, 1994). La raza nativa

silvestre conocida como *yucatanense* se localiza en la vegetación natural del litoral de la costa norte de la península de Yucatán (Prado *et al.*, 1978). Esta es la única verdadera forma silvestre de *Gossypium hirsutum* y, probablemente, es la forma ancestral a partir de la cual fue domesticado el algodón (Ulloa *et al.*, 2006).

Cientos de años después, aparecieron nuevas razas regionales al sur y al oeste de su centro de origen en México. Esas razas de *Gossypium hirsutum* son, y han sido, la fuente primaria de germoplasma y sus genes han sido empleados para lograr el mejoramiento genético del algodón. Actualmente las razas nativas no son utilizadas como formas cultivadas para la producción de algodón. Esta diversidad genética permanece *in situ* y se encuentra limitada a plantas voluntarias que crecen de manera casual en áreas de poco uso o como plantas de jardín en casas ubicadas en las comunidades rurales (Godoy *et al.*, 2002).

Por otra parte, en el territorio mexicano se han encontrado varias especies silvestres del género *Gossypium*, entre las cuales 11 son diploides (*G. armourianum*, *G. lobatum*, *G. gossypoides*, *G. aridum*, *G. laxum*, *G. shwendimanii*, *G. thurberi*, *G. trilobum*, *G. davisonii*, *G. turneri* y *G. harknesii*) y una tetraploide (*Gossypium hirsutum*) (Ulloa *et al.*, 2006; Feng *et al.*, 2011).

La importancia que tiene México a nivel mundial como centro del algodón de origen es de gran relevancia; sin embargo, las investigaciones en materia de recursos genéticos han sido limitadas por diversos factores, por ejemplo, la falta de recursos humanos y financieros para explorar, recolectar y utilizar la diversidad existente de algodón en el país (Pérez *et al.*, 2011). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue: coleccionar, conservar, caracterizar y documentar las especies y razas endémicas de algodón (*Gossypium*) existentes en las diferentes zonas de México.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en cuatro áreas ecológicas diferentes en relación con la altitud y el clima: región Tropical y Templada Valles Altos, región Tropical Húmedo, región Tropical Árido y la región Subtropical Semiárida, cuyos centros de investigación participantes son el CNRG, el CEVAMEX, el CEZAC

el CENEB, Campo Experimental La Posta, CICY, UMSNH y el CSAEGRO. Para lograr el objetivo del proyecto, se consideró abarcar cuatro líneas de investigación del plan de acción de la FAO, modificado por el SINAREFI. Dichas líneas se enlistan a continuación:

Ampliación de actividades de conservación ex situ. Para facilitar la operatividad en el mantenimiento del jardín, se realizaron podas, riegos, deshierbes y control de plagas y enfermedades, entre otras actividades. Adicionalmente se realizaron actividades de ampliación, a través del establecimiento de 20 nuevas accesiones de algodón.

Recolección de germoplasma de algodón nativo de México. Mediante la compilación de información (herbarios, colectas, etcétera), se realizaron proyecciones para identificar las áreas de mayor distribución del género y poder recolectar el germoplasma correspondiente. Se efectuaron viajes exploratorios por los estados de Baja California Sur, Campeche, Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Quintana Roo, Sonora, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán para efectuar la recolecta de material y la toma de datos (Figura 1).



Figura 1. Estados de la república mexicana en donde se han realizado trabajos de recolección de algodón silvestre y semidomesticado. Periodo, 2011-2012.

Caracterización morfológica. Se realizó la caracterización morfológica en accesiones previamente establecidas en el Jardín Botánico de la especie *Gossypium hirsutum*, con el propósito de conocer sus rasgos distintivos y establecer su potencial de uso. Para ello, se tomó como referencia la *Guía de descripción varietal de la UPOV*.

Promoción y coordinación de la Red Algodón. Se realizaron reuniones de trabajo con los integrantes de la red, con el fin de organizarse en materia de investigación a nivel nacional sobre los recursos genéticos del algodón.

Resultados y discusión

Se realizaron las labores propias de mantenimiento para efectuar la conservación de las accesiones existentes, así como el establecimiento de nuevas accesiones, albergando 127 accesiones con gran variabilidad fenotípica y genética.

El número de accesiones recolectadas en los estados antes mencionados es de 235 accesiones, con lo cual se cumple con la meta convenida entre las instituciones participantes y el SNICS. La especie predominante en la recolección de germoplasma fue *Gossypium hirsutum*, seguida por las especies *Gossypium aridum*, *G. laxum* y la especie introducida *Gossypium barbadense* (Figura 2).

Con base en el número de accesiones colectadas, destacan los estados de Michoacán, Sonora, Veracruz y Campeche, en los cuales se logró el mayor número de colectas; mientras que en el Estado de México y Tabasco se reportó el menor número de accesiones colectadas.

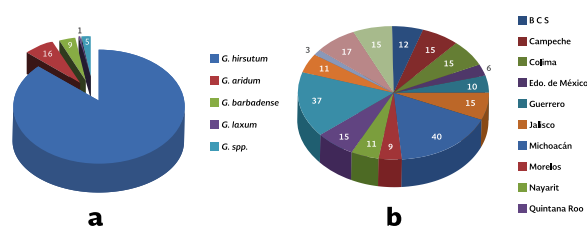


Figura 2. Número de accesiones recolectadas del género *Gossypium* en los diferentes estados de república mexicana. Período, 2011-2012.

La colección de algodón que resguarda la red, sin duda alguna es fuente de genes que son necesarios para el desarrollo de nuevos cultivares y de híbridos de algodón que contengan genes con resistencia a plagas y enfermedades, y que ofrezcan mayor rendimiento y calidad de fibra, para que puedan cultivarse

en México. Por lo tanto, es de vital importancia generar conciencia social al respecto, promover el resguardo del algodón y su estudio, a fin de facilitar su posible uso en el mejoramiento genético de algodón (Abdurakhmonov *et al.*, 2012).

Se caracterizaron 20 accesiones de la especie *Gossypium hirsutum*, en las cuales se observaron diferencias entre la forma y el tamaño de hoja, cápsula, número de semillas, floración y tipo de hábito, por mencionar algunas características, lo cual resulta esencial para efectuar el mejoramiento genético.

El 9 de marzo del 2012 se llevó a cabo la reunión de trabajo con los integrantes de la Red Algodón para conocer los avances de investigación, así como definir las nuevas líneas de investigación. Con base en los resultados de la reunión se concluye que se requiere del apoyo económico del SINAREFI y de la participación conjunta de las instituciones participantes en la Red Algodón, con la intención de avanzar en las áreas propuestas. Además de la reunión mencionada anteriormente, se celebraron cuatro reuniones de trabajo adicionales, con el fin de establecer los parámetros que deberán evaluarse en la fase de caracterización morfológica y química del algodón.

Productos entregables e indicadores de impacto

Productos entregables

Tres especies de *Gossypium* colectadas; ampliación del Jardín Botánico de especies silvestres de algodón *Ixcatl*; un documento acerca de las accesiones caracterizadas morfológicamente; publicaciones sobre los recursos genéticos de algodón y consolidación de la Red Algodón.

Indicadores

Número de especies de algodón recolectadas; número de accesiones de algodón caracterizadas; sistematización de la información geográfica concentrada para la elaboración de mapas de diversidad genética; conservación y mantenimiento de las accesiones de algodón; e información relevante publicada sobre los recursos genéticos del algodón.

Impactos

La recolección de germoplasma tendrá impacto sobre los recursos genéticos de algodón en las diferentes regiones fisiográficas de México, puesto que servirá de base para el desarrollo de propuestas relacionadas con el mejoramiento genético del algodón, con lo cual se promoverá la conservación *in situ* de este recurso genético nativo. A través del mantenimiento y de la conservación del jardín botánico del algodón de especies silvestres de algodón *Ixcatl*, se evitará la erosión genética del género *Gossypium* en México. Un impacto de relevancia es la organización de la Red Algodón, en materia de investigación a nivel nacional, lo que definitivamente marcará la pauta de la investigación en México.

Conclusiones

La especie con mayor recolección durante el periodo 2011-2012 fue *Gossypium hirsutum*. Los estados de la república mexicana en donde se registró el mayor número de accesiones recolectadas son: Michoacán, Sonora y Veracruz. Se observaron diferencias morfológicas que pueden ser de importancia para el mejoramiento genético del algodón. Es necesario fortalecer a la Red Algodón con la finalidad de investigar nuevas áreas, por ejemplo cambio climático y caracterización química o molecular, por mencionar algunas. Se requiere del apoyo económico del SINAREFI y de la participación conjunta de las instituciones participantes en la Red Algodón para avanzar en las áreas propuestas.

Bibliografía

- Abdurakhmonov, I. Y., Z. T. Buriev, S. E. Shermatov, A. A. Abdullaev, K. Urmonov, F. Kushanov, S. S. Egamberdiev, U. Shapulatov, A. Abdukarimov, S. Saha, J. N. Jenkins, R. J. Kohel, J. Z. Yu, A. E. Pepper, S. P. Kumpatla y M. Ulloa. 2012. Genetic Diversity in *Gossypium* Genus. In: Çalışkan M. (ed.). Genetic Diversity in Plants. InTech. pp. 313-338.
- Brubaker, C. L. and J. F. Wendel. 1994. Reevaluating the Origin of Domesticated Cotton (*Gossypium hirsutum*; *Malvaceae*) Using Nuclear Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLPs). American Journal of Botany. 81(10): 1309-1326.
- Feng, Ch., M. Ulloa, C. Perez M. y J. McD. Stewart. 2011. Distribution and Molecular Diversity of Arborescent *Gossypium* Species. Botany. 89 (9): 615-624.
- Godoy, A. S., E. A. García C. y M. Manjarrez S. 2002. Establecimiento de un banco de germoplasma de especies silvestres y razas de algodón. Informe Anual de Actividades. CEIGUA-CIRPAS-INIFAP.
- Obispo, G. Q. 1978. Especies silvestres y semidomesticadas nativas de México. Revista Algodón Mexicano. 93: 24-26.
- Pérez M., C., Q. Obispo G. y M. R. Tovar G. 2011. Conservación y provechamiento de los recursos fitogenéticos del algodón en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Iguala. Desplegable informativa. Núm. 2.
- Prado, M. R., G. Quintín O. y S. Godoy A. 1978. Algodón II. Panorama Nacional. Análisis de los recursos genéticos disponibles a México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. pp. 385-387.
- Ulloa, M., J. McD. Stewart, E. A. García C., S. Godoy A., A. Gaytán M. y S. Acosta N. 2006. Cotton Genetic Resources in The Western States of México: *in situ* conservation status and germplasm collection for *ex situ* preservation. Genetic Resources and Crop Evolution. 53: 653-668.
- UPOV. 2001. Directrices para la Ejecución del Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad. Algodón. Disponible en línea http://www.upov.int/es/about/upov_convention.htm.

Evaluación, manejo y uso sustentable de la diversidad genética de amaranto

Eduardo Espitia Rangel¹, Micaela de la O Olán², Cristina Mapes Sánchez³, Diana Escobedo López⁴, Juan Manuel Hernández Casillas⁵, Patricia Rivas Valencia⁶, Miriam Aguilar Delgado⁷, Alma Velia Ayala Garay⁸, Sara Hirán Morán Bañuelos⁹ y María de la Luz Ramírez Vázquez¹⁰.

¹INIFAP. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Bajío. Correo electrónico: espitia.eduardo@inifap.gob.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Valle de México. Correo electrónico: micad@colpos.mx. ³Universidad Nacional Autónoma de México. Jardín Botánico. Correo electrónico: cmapes@ibunam2.ibiologia.unam.mx. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Bajío. Correo electrónico: escobedo.diana@inifap.gob.mx. ⁵INIFAP. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Valle de México. Correo electrónico: jhernandez_casillas@hotmail.com. ⁶INIFAP. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Valle de México. Correo electrónico: rivas.patricia@inifap.gob.mx. ⁷INIFAP. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Bajío. ⁸INIFAP. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Valle de México. ⁹Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. Correo electrónico: shimbamb@gmail.com. ¹⁰INIFAP. Centro de Investigación Región Centro. Campo Experimental Valle de México. Correo electrónico: maluz_r_v@hotmail.com.

Resumen

El amaranto es un recurso que puede ayudar a solucionar los problemas de alimentación, desnutrición y salud en la población mexicana; sin embargo, hace falta realizar el mejoramiento genético necesario para la obtención de variedades más productivas y con mejores características nutricionales. Los primeros pasos son la recolección, el estudio y la conservación de la variabilidad genética disponible, por lo que los objetivos del presente proyecto fueron coleccionar, conservar y caracterizar el germoplasma de amaranto en México. Dentro de los resultados más relevantes se tiene la información etnobotánica obtenida en las zonas productoras tanto de grano como de verdura. Se lograron reunir 350 colectas para grano, 50 de verdura y 10 de materiales rescatados o rejuvenecidos. Dentro del material colectado se identificaron materiales con características valiosas, como el crecimiento indeterminado, materiales preponderantemente machos y materiales precoces. Se caracterizaron 200 accesiones provenientes de diferentes estados, las cuales se sembraron durante el ciclo agrícola primavera-verano del año 2011 en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX). La caracterización morfológica se realizó con base en Grubben y Van Sloten (1981), quienes proponen una lista de descriptores para la caracterización con variables cualitativas y cuantitativas. La especie *Amaranthus hypochondriacus* fue la de mayor frecuencia con un 98 % del germoplasma estudiado y otra especie encontrada fue *A. cruentus*. Los tipos o razas más frecuentes fueron: azteca, mercado y mixteca, en la especie *A. hypochondriacus*, y la raza mexicana en la especie *A. cruentus*. Para caracteres cualitativos existió una enorme variabilidad de colores, tamaños y formas en el tallo, la inflorescencia y las hojas de la especie *A. hypochondriacus*. Esta misma especie presentó mayores valores en tamaño de inflorescencia, tamaño de semilla y altura de la planta; sin embargo, presentó la gran desventaja de ser muy susceptible al acame. En el género *Amaranthus* existe una enorme variación de colores de tallo, inflorescencias, hojas, etcétera, lo cual no solo se presenta en el género sino también entre especies, esto puede ser de provecho en el mejoramiento genético, ya que al conocer la diversidad de materiales existentes en el país se puede utilizar para diversos propósitos. Respecto al mejoramiento participativo se observó que en el uso de las variedades mejoradas de amaranto, el rendimiento obtenido ha aumentado sustan-

cialmente, pues se obtuvieron incrementos de 400 hasta 2 600 kg/ha⁻¹. Esto indica la importancia de utilizar el mejoramiento participativo en la selección de genotipos para ser cultivados en una zona determinada, ya que los agricultores toman en cuenta características que los fitomejoradores no han considerado relevantes o que no se pueden medir satisfactoriamente. Los productores participantes utilizaron en la selección de genotipos los siguientes criterios: el porte de planta; la uniformidad, tanto en altura de planta como en madurez; los días de maduración; la caída de grano; y la aptitud para la cosecha mecánica, principalmente.

Introducción

El amaranto presenta una amplia diversidad y variabilidad genética, por lo que muestra una gran diferencia en cuanto a formas de planta, desde erectas hasta completamente decumbentes; variación en el color del grano; precocidad; contenido de proteína en granos y hojas; adaptación a diferentes tipos de suelos, valores de pH, climas, precipitación pluvial, altura sobre el nivel del mar, temperaturas y duración de horas de luz (fotoperiodo); rendimiento de grano y materia verde; hojas; resistencia a plagas y enfermedades; contenido de amarantina; tipos de almidón, granos cristalinos y amiláceos; y otras características agronómicas nutricionales e industriales. Para el mejoramiento genético se dispone de especies cultivadas, semidomesticadas y silvestres. La conservación y el uso racional de la diversidad genética es requisito fundamental en el mejoramiento de un cultivo, dicha diversidad se puede concentrar en un banco que sirva para la conservación de los recursos fitogenéticos.

En México, el amaranto (*Amaranthus* spp.) representa un recurso fitogenético importante; no obstante, ha habido poco interés en su estudio, principalmente en lo que se refiere a la caracterización. Actualmente existe un gran número de colecciones de germoplasma que contienen genotipos con un alto valor agronómico, susceptible de ser usado en los programas de mejoramiento genético. En muchas ocasiones el conocimiento de la organización genética y de la relación existente entre el material disponible es escaso, lo cual impide su utilización en el fitomejoramiento. Incluso dentro de estas colecciones existen materiales ingresados como accesiones diferentes que resultan ser duplicaciones del mismo material, lo que conlleva a una sobreestimación de la diversidad existente. Históricamente los estudios de caracterización genética han estado relacionados con caracteres de importancia biosistemática, con un fuerte control genético, por uno o

pocos genes, y con una reducida influencia ambiental, por lo que los datos obtenidos caen regularmente en clases discretas. La importancia de la caracterización radica en que a pesar de que en la actualidad existe un número considerable de colecciones de germoplasma con genotipos de alto valor agronómico, susceptibles de ser usados en los programas de mejoramiento genético, en muchas ocasiones se desconoce el grado de diversidad y la relación existente entre materiales, lo cual impide su utilización óptima. El análisis de la diversidad genética y de las relaciones entre las especies, así como de la estructura dentro de ellas, debe ser un objetivo importante en los bancos de germoplasma (Santacruz y De la O, 2006). El germoplasma de amaranto disponible en la actualidad muestra una gran diversidad morfológica, producto de un alto grado de cruzamiento. Por otra parte, las colecciones son pobres y la caracterización del germoplasma está incompleta.

El proceso de mejoramiento genético es tardado y si no se plantean bien los objetivos de dicho proceso se corre el riesgo de que las variedades obtenidas no sean adoptadas por los productores, por no tener las características que ellos desean. En este sentido, la incorporación del mejoramiento participativo aparece como una alternativa que facilita a los agricultores el acceso a materiales mejorados de base genética más amplia. Así los agricultores conjuntamente con el mejorador pueden aplicar procesos de selección y validación que les permitirán desarrollar cultivares más productivos y estables, adaptados a sus condiciones agroecológicas y a sus sistemas de producción, los cuales pudieran ser de mayor aceptación culinaria y comercial (Rosas *et al.*, 1999).

Por lo anterior, el objetivo del presente proyecto fue conservar y caracterizar el germoplasma de amaranto de diversas instituciones con el fin de que sea accesible y utilizado de manera sistemática para

formar una colección nacional. Asimismo establecer una estrategia para la conservación *in situ* y la conservación *ex situ* de la diversidad del amaranto. Otro objetivo fue realizar una selección participativa de variedades de amaranto y coadyuvar a la difusión del amaranto entre la población en general.

Materiales y métodos

En lo relacionado al rejuvenecimiento y a la caracterización agronómica se sembraron tres surcos de 5 m de largo de cada una de las poblaciones y materiales que fueron entregadas al banco de germoplasma. En el caso de la siembra se aplicó el paquete de recomendaciones generado por el INIFAP. Las siembras se realizaron en el CEVAMEX. La caracterización se hizo con base en los descriptores de la guía del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Estos descriptores son: especie; raza; color de tallo; forma y color de las hojas; color, forma, longitud, diámetro y densidad de la inflorescencia; color y cubierta de la semilla; ramificación lateral; acame; diámetro del tallo; ancho y longitud de la hoja; días a floración; altura de la planta; humedad de la semilla; contenido de proteína; y rendimiento. Después de contar con los datos pasaporte y con la caracterización de los materiales, se procedió a la elaboración de la base de datos con el fin de facilitar el intercambio de información y hacer más eficiente la utilización del germoplasma. La colección nacional se mantendrá en el banco de germoplasma del INIFAP, ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), y en los centros de conservación establecidos por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). En el caso de los viajes de colecta, se utilizó información previa sobre las localidades en donde se cultiva el amaranto, tanto para grano como para verdura. En el primer caso se realizaron recorridos de campo en las zonas productoras para recolectar germoplasma de grano. En la Sierra Norte de Puebla se colectó material semicultivado o tolerado, por lo que las rutas de exploración fueron más inciertas.

Se evaluaron cinco variedades en la primera etapa de mejoramiento participativo en las comunidades de Rancho El Cuatro y Rancho El Tepozán, ubicadas en el municipio de Manuel Doblado; y en la localidad de Jalpa de Canovas, ubicada en el

municipio de Purísima del Rincón, ambos municipios se encuentran en el estado de Guanajuato. Se realizaron siembras con las cinco variedades, en los ciclos tanto de invierno como de verano, y se evaluó su comportamiento con la participación de los productores y de un industrial. Para efectuar la evaluación se tomaron en cuenta características agronómicas como altura de planta, uniformidad, madurez y rendimiento. En el proceso de selección participaron los productores, los industriales y el mejorador.

Resultados y discusión

En lo concerniente a los aspectos etnobotánicos, se continuó con la recopilación de información del cultivo del amaranto para grano y para verdura. Se cuenta con información sobre el cultivo, sistemas de producción, variedades, siembra, fertilización, aspectos fitosanitarios, cosecha, trilla, limpieza y manejo postcosecha. Asimismo se obtuvo información sobre la transformación y el uso del amaranto. Actualmente la importancia del amaranto va en incremento, debido a las bondades de sus características nutritivas y agronómicas, por lo que es necesario que se consideren los factores sociales, culturales, económicos y técnicos para diseñar cualquier estrategia dirigida a mejorar el desarrollo en los diversos procesos de la cadena productiva del amaranto. El proceso de producción de amaranto depende de los factores culturales, sociales, técnicos, agronómicos, económicos y de mercado, no solo en el proceso agroindustrial sino también en el proceso de comercialización y de consumo. Por consiguiente, en la actualidad se deben de desarrollar dichas estrategias con un enfoque interdisciplinario, el cual tome en cuenta los diferentes aspectos que componen e influyen en la cadena productiva del amaranto.

En este año, la actividad de recolección de germoplasma para grano se ha centrado especialmente en los estados de Morelos y Puebla y se ha dado especial énfasis en la colección de la variabilidad de germoplasma perteneciente a la especie *A. cruentus*, ya que de las especies cultivadas era la menos representada. Las localidades en donde se ha colectado fueron Huazulco y Amilcingo, ubicadas en el municipio de Temoac, estado de Morelos, y también se colectó en el municipio de Huaquechula, ubicado en el estado de Puebla. De igual modo se muestreó

la zona productora de Puebla, particularmente en las faldas del volcán, donde se siembra en lomeríos. En esta área se emplean principalmente materiales de *A. hypochondriacus*, raza azteca, y se utiliza poca variabilidad genética. En general se puede decir que en esta zona el cultivo del amaranto es reciente y se posee poco conocimiento sobre este género. En esos lugares solo se produce el grano y se comercializa en la localidad de Tulyehualco, ubicada en la delegación Xochimilco, en el Distrito Federal; en la localidad de San Miguel del Milagro, ubicada en el municipio de Nativitas, estado de Tlaxcala; y en el estado de Morelos, en donde hay transformadores. Se ha cumplido la meta, ya que se han completado las 350 colectas comprometidas para entregarse al banco designado.

En la actividad colecta de germoplasma para verdura, se han hecho recorridos de campo en el estado de Michoacán y en la Sierra Norte de Puebla. En este año se realizaron 50 colectas para verdura de las especies *Amaranthus cruentus*, *A. hybridus* y *A. hypochondriacus*.

Respecto a la actividad caracterización de germoplasma se lograron caracterizar 200 accesiones, con 13 de las 20 variables que se encuentran especificadas en la caracterización agronómica. Además se identificaron las colectas por especie y por raza. Dentro del material caracterizado se identificaron materiales con características agronómicas sobresalientes, tanto de la especie *A. cruentus* como de la especie *A. hypochondriacus*. Estos materiales sobresalen por su uniformidad, precocidad y color de semilla, entre otros caracteres. En los viajes de colecta se identificaron materiales de la especie *A. hypochondriacus*, de crecimiento determinado, carácter que solo se encuentra en la especie *A. caudatus*. La importancia de estos materiales es que podrían resultar de utilidad en el mejoramiento genético para uniformizar madurez, tamaño de semilla y cosecha mecánica. La diversidad de materiales resguardados en el banco de germoplasma permite contar con germoplasma en todos los programas de mejoramiento genético y de esa forma enfrentar los cambios climáticos que hoy en día se presentan. La caracterización amplia de especies, locales e introducidas, es una herramienta poderosa e importante para identificar caracteres de gran valor en el mejoramiento genético.

En relación a la selección participativa de variedades se observó que en el uso de las variedades mejoradas de amaranto se ha incrementado sustancialmente el rendimiento obtenido, pues se obtuvieron aumentos desde 400 hasta 2 600 kg/ha⁻¹. Esto destaca la importancia de utilizar el mejoramiento participativo en la selección de genotipos para ser cultivados en una zona determinada. Estos resultados concuerdan con lo señalado en enfoques participativos para el fitomejoramiento y la selección vegetal, en donde se afirma que los agricultores evalúan múltiples rasgos de las variedades y no hacen hincapié exclusivamente en el rendimiento, incluso los agricultores pueden tomar en cuenta características que los fitomejoradores no han considerado importantes o que no se pueden medir satisfactoriamente. Un ejemplo de esto fue lo señalado por el industrial que participó en el grupo, quien detectó lo pequeño de la semilla en la variedad nutrisol, lo cual representa una desventaja.

Los productores participantes utilizaron en la selección los siguientes criterios: el porte de planta; la uniformidad, tanto en altura de planta como en la madurez; los días a la maduración; la caída de grano; y la aptitud para la cosecha mecánica, principalmente. En algunos casos también se tomó en cuenta el color de la planta y la inflorescencia, finalmente se consideró el criterio de rendimiento de grano; aunque para algunos productores esta variable fue la de mayor importancia. Rosas *et al.* (1999), en su trabajo de mejoramiento participativo para la selección de variedades de frijol, entre los principales criterios de selección de los agricultores señalaron los relacionados con el grano, el color y la forma.

Productos entregables e indicadores de impacto

Los productos comprometidos en el proyecto fueron 350 colectas de amaranto para grano, 50 colectas para verdura y 10 materiales rescatados o rejuvenecidos, los cuales están listos para ser entregados al banco designado. En la parte etnobotánica se cuenta con los dos documentos que se tenían pendientes. Dentro de los productos entregados está la base de datos completa, con todas las variables consideradas en la caracterización, así como las 200 accesiones caracterizadas morfológicamente por medio de 20 variables agronómicas. Lo anterior permite resolver los problemas en el me-

joramiento genético del amaranto, por ejemplo el acame, el cual es un problema muy importante en el sistema de producción convencional, en donde se utilizan materiales nativos con plantas muy altas. El acame se complica más cuando se presentan lluvias y vientos fuertes. En lo que se refiere al mejoramiento participativo se alcanzaron los objetivos planteados y se ha trabajado en lo que será la metodología para el mejoramiento del amaranto. En relación al mejoramiento convencional, se ha determinado la estrategia y la metodología para cruzamientos artificiales.

Conclusiones

La información etnobotánica reunida en las diferentes zonas productoras; el germoplasma colectado, tanto de grano como de verdura; la caracterización de 200 accesiones; el rejuvenecimiento y rescate de accesiones; y la consolidación de la Red Amaranto, son avances muy importantes en la conservación, el estudio y la utilización de la diversidad genética del amaranto en México.

En el género *Amaranthus* existe una enorme variación de colores de tallo, inflorescencias, hojas, etcétera. No solo en el género sino también entre las especies, lo cual puede ser aprovechado en el mejoramiento genético, ya que al conocer la diversidad de materiales existentes en México se puede utilizar para diversos propósitos.

La utilización de las variedades mejoradas permitió incrementar de manera importante el rendimiento obtenido. La variedad nutrisol resultó ser la de mayor potencial de rendimiento para las siembras del ciclo de primavera-verano, mientras que las variedades dorada y amaranteca fueron las mejores opciones para las siembras de invierno, por su respuesta al fotoperiodo. La variedad revancha es una buena opción para ambos ciclos de cultivo.

Las variedades mejoradas permitieron perfeccionar el manejo del cultivo, ya que su uso facilita la utilización de mayores densidades de plantas por hectárea y de la cosecha mecanizada. Esto trae como consecuencia una disminución sustancial en los costos del cultivo y consecuentemente un aumento en la rentabilidad y sustentabilidad del cultivo.

Bibliografía

- Espitia R., E. 1992. Amaranth Germplasm Development and Agronomic Studies in Mexico. *Food Reviews International*. 8(1): 71-86.
- Espitia R., E. 1994. Breeding of Grain Amaranth. *In: Amaranth Biology, Chemistry and Technology*. Paredes-Lopez, O. CRC Press. Boca Raton, Florida. pp: 23-38.
- Espitia R., E., C. Mapes S., D. Escobedo L., M. de la O O., P. Rivas V., G. Martínez T., L. Cortés E. y J. M. Hernández C. 2010. Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México. SINAREFI-INIFAP-UNAM. Centro de Investigación Regional Centro. Celaya, Guanajuato, México. 201 p.
- Grubben G., J. H. y D. Van Sloten H. 1981. Genetic Resources of Amaranths. International Board for Plant Genetic Resources. Rome, Italy. 57 p.
- Rosas, J. C., J. A. Castro, J. Jiménez, J. González, F. Sierra y S. Humphries. 1999. Metodologías participativas para el mejoramiento *in situ* del frijol común. *In: Simposio Regional de Fitomejoramiento Participativo en América Latina y el Caribe*. Programa de investigación participativa y análisis de género del CGIAR. Quito, Ecuador. 13 p.
- Santacruz V., A. y M. de la O O. 2006. Utilización de los recursos fitogenéticos. *In: Recursos fitogenéticos en México para la alimentación y la agricultura*. Molina M., J. y L. Córdova T. (eds.). SAGARPA y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, México. pp.101-117.

Conservación y utilización de los recursos genéticos de frijol en México

María Luisa Patricia Vargas Vázquez¹, Ismael Hernández Torres², Fermín Orona Castro³, Luis Manuel Serrano Covarrubias⁴, Porfirio Ramírez Vallejo⁵, Gabriel Alejandro Iturbide⁶ y Rogelio Lépez Idelfonso⁷.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Valle de México. Correo electrónico: patricia_vargas_mx@yahoo.com. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental General Terán. Correo electrónico: hernandez.ismael@inifap.gob.mx. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Sureste. Campo Experimental Edzná. Correo electrónico: fermin.oronacastro@gmail.com. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Correo electrónico: frijol_uach@msn.com. ⁵Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Correo electrónico: ramirez@colpos.mx. ⁶Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR. Unidad Durango. Correo electrónico: ghiturbide@hotmail.com. ⁷Universidad de Guadalajara. CUCBA. Correo electrónico: rlepiz@cucba.udg.mx.

Resumen

El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), perteneciente a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), ha auspiciado proyectos de investigación relacionados con el frijol desde el año 2002, a partir de los cuales se han obtenido resultados relevantes relacionados con la exploración, la colección, la preservación, la regeneración y la caracterización del germoplasma silvestre y cultivado. Para el año fiscal 2011, con operaciones hasta el año 2012, el SINAREFI aprobó la realización de ocho subproyectos y 12 actividades en la Red Frijol, en las áreas estratégicas: conservación *ex situ*; uso y potenciación; y creación de capacidades. Cabe mencionar que se le dio prioridad a los trabajos relacionados con las áreas estratégicas conservación *ex situ* y uso y potenciación. En las actividades relacionadas con la investigación participaron cinco instituciones y siete investigadores principales. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) participó con trabajos desarrollados en tres centros de investigación. Al cierre de este informe, se finalizó el ejercicio del presupuesto aprobado, el cual corresponde a la cantidad de \$735,000.⁰⁰. En el área estratégica conservación *ex situ*, los resultados obtenidos más importantes fueron los siguientes: entrega al SINAREFI, de semilla y de los datos pasaporte de 200 accesiones de *Phaseolus coccineus*, las cuales corresponden al germoplasma regenerado en el periodo 2010-2011. Entrega al Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma Chapingo, de 80 accesiones regeneradas y de datos pasaporte de frijol silvestre, de las cuales, 40 accesiones pertenecen al ejercicio 2009-2010 y las 40 accesiones restantes corresponden al ejercicio 2010-2011. Caracterización y regeneración de 58 accesiones de frijol cultivado, pertenecientes al Banco de Germoplasma de la Universidad de Guadalajara, en dicha actividad se elaboró la base de datos correspondiente y se entregó la semilla al SINAREFI. En lo relacionado con el rescate de la Colección Xolo Frijol, de las 1 533 accesiones sembradas se lograron rescatar 114 accesiones; de la regeneración de las 250 entradas rescatadas en el año 2009, se logró la obtención de semilla en 206 accesiones. En la sierra de Nuevo León se colectó suficiente semilla de 10 muestras de frijol silvestre, ocho muestras de *P. neglectus*, una muestra de *P. leptostachyus* y una muestra de *P. altimontanus*. En el Estado de México y en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla se colectaron 60 poblaciones nativas de frijol trepador con amplia variabilidad genética, cuya semilla se entregó al SINAREFI. En Durango, entre los 1 680 y los 2 340 msnm, se recolectaron 35 muestras de variedades criollas de frijol común, la semilla y los datos pasaporte se entregaron al SINAREFI. En el occidente de México se colectaron 28 muestras de semilla de frijol silvestre, de las cuales, nueve corresponden a *P. acutifolius* var. *acutifolius*, seis a *P. lunatus*, cinco a *P. vulgaris*, dos a *P. leptostachyus*, dos a *P. parvifolius*, dos a *P. microcarpus* y dos a *P. acutifolius* var. *tenuifolius*.

Además, en la Universidad de Guadalajara (UDG), bajo condiciones de invernadero o casa de malla, se incrementó la cantidad de semilla de 10 accesiones de cada una de las 10 especies silvestres de *Phaseolus*. Por su parte en el área estratégica uso y potenciación, en la UDG se realizó la caracterización morfológica de 30 accesiones de *Phaseolus lunatus* silvestre. Los caracteres de tamaño de hoja, vaina, semilla y ciclo biológico mostraron amplia variación. Además de la elaboración de la base de datos, se incrementó la cantidad de semilla de los materiales caracterizados. En el municipio de Mococho, Yucatán, se evaluó y se reprodujo la semilla de 40 accesiones de frijol común de la península de Yucatán. La variabilidad en cuanto a los colores y las formas fue significativa. En el área estratégica creación de capacidades, se concluyeron los documentos de diagnóstico y el *Plan estratégico de actividades de la Red Frijol*. También se realizó una reunión de evaluación relacionada con el periodo 2010-2011 y con la planeación de los trabajos que deberán efectuarse durante el periodo 2011-2012.

Introducción

El SINAREFI, a través del SNICS, ha auspiciado proyectos de investigación relacionados con el frijol desde el año 2002, en los cuales se han obtenido resultados relevantes en cuanto a la exploración, la colección, la preservación, la regeneración y la caracterización del germoplasma silvestre y cultivado. Para el año fiscal 2011 con operaciones hasta el año 2012 el SINAREFI apoyó la realización de ocho subproyectos y 12 actividades. En dichas actividades se contó con la participación de ocho investigadores principales, pertenecientes a cinco instituciones distintas. El INIFAP participó con trabajos desarrollados en tres centros de investigación. Para la ejecución del proyecto se recibió apoyo financiero por un total de \$735,000.⁰⁰. De los ocho subproyectos, nueve actividades correspondieron al área estratégica conservación *ex situ*, dos actividades al área estratégica uso y potenciación y una actividad al área estratégica creación de capacidades.

Atendiendo el diagnóstico y el plan estratégico de la Red Frijol, se dedicó mayor esfuerzo a las actividades vinculadas con la conservación, pues gran parte del material colectado y resguardado en los bancos de germoplasma registra bajos porcentajes de viabilidad, tiene poca semilla en las accesiones o sufre ambos problemas a la vez. Dicho esfuerzo también obedece a la necesidad de resguardar la diversidad genética del frijol cultivado y silvestre, la cual ha sido diezmada a nivel de campo por varios factores adversos. En el caso de las variedades criollas dicha disminución se debe a la sustitución de estas por cultivares mejorados, a la escasa demanda del mercado y a la probable desaparición del siste-

ma asociado maíz-frijol, en el cual se cultivan variedades criollas de tipo trepador. En el caso de las especies silvestres, la reducción se debe a la destrucción de los ecosistemas a causa de las actividades agropecuarias, a los incendios, a la construcción de carreteras y presas, al crecimiento de las ciudades y a la invasión de especies vegetales introducidas. Asimismo, gran cantidad del germoplasma colectado permanece sin revelar su potencial como posible solución al problema alimentario, debido a que no se ha realizado su caracterización y su evaluación agronómica.

Las actividades desarrolladas en el área estratégica conservación *ex situ*, incluyeron la colección de variedades criollas en el estado de Durango y en la zona centro-sur de la república mexicana; la exploración y la colección de especies silvestres en el occidente de México y en la sierra de Nuevo León; y el rescate, la regeneración, el incremento y la caracterización de accesiones de *Phaseolus vulgaris* y de *Phaseolus coccineus*, resguardadas en los bancos de germoplasma del INIFAP, de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y de la UDG. En el área estratégica uso y potenciación, se realizaron actividades de evaluación agronómica y de caracterización morfológica; y la evaluación agronómica de formas cultivadas de hábito trepador, localizadas en la zona centro-sur de México. Los productos comprometidos en ambas líneas de investigación incluyeron la obtención de nuevas muestras de materiales criollos de la forma cultivada; colectas de semilla de especies silvestres de frijol en áreas no exploradas del occidente de México; accesiones regeneradas y caracte-

rizadas de la forma domesticada de los bancos de germoplasma del INIFAP, de la UACH y de la UDG; y accesiones evaluadas con base en características de interés agronómico: genotipos con caracterización morfológica de *Phaseolus lunatus*.

Para la ejecución del proyecto, con gastos de operación e inversión, se recibió apoyo financiero por parte del SINAREFI por un total de \$735,000.⁰⁰. En todos los subproyectos aprobados y en las actividades desarrolladas, se alcanzó casi el 100 % de las metas y se entregaron los productos comprometidos. En el presente documento se hace una síntesis de los logros y de los resultados del trabajo desarrollado por los colegas que integran la Red Frijol, quienes participan en distintos subproyectos y laboran en diferentes instituciones.

Materiales y métodos

Los trabajos pertenecientes al área estratégica conservación *ex situ*, se desarrollaron entre el segundo semestre del año 2010 y los tres primeros trimestres del año 2011. La mayor parte de la colección de germoplasma de variedades criollas y de especies silvestres se realizó en el periodo otoño-invierno, durante el lapso de los años 2010-2011. Las muestras de indocultivares se obtuvieron en campos o casas de agricultores. Cuando fue posible se colectó un kilogramo de semilla; aunque en muchos casos la muestra fue menor. Las especies silvestres se colectaron en los hábitats naturales donde persisten, donde fue posible, se hizo un recorrido exploratorio durante los meses de septiembre y octubre, a fin de ubicar e identificar. Entre los meses de diciembre y marzo se realizó el segundo recorrido para recoger muestras de semilla. En el caso de las especies silvestres, siempre se procuró que las muestras colectadas incluyeran 500 semillas o más. La regeneración de semilla, de accesiones de frijol común cultivado y de ayocote forma domesticada, se realizó en campo, bajo condiciones de temporal, en parcelas de uno a dos surcos, de cuatro a cinco metros de longitud. En cuanto a la regeneración de frijol silvestre, se practicó la escarificación física de la semilla, se sembró en charolas y se trasplantó en invernadero o en casa de malla, posteriormente se instalaron espalderas para su desarrollo y producción. Una buena parte del germoplasma sembrado para regeneración se

caracterizó con base en los descriptores aprobados por el SNICS.

Por otro lado, los trabajos correspondientes al área estratégica uso y potenciación se sembraron en campo bajo condiciones de riego o temporal. Parte del germoplasma también se sembró en invernadero. En el valle de México se evaluaron agrónomicamente, bajo condiciones de temporal, variedades criollas de hábito trepador. En Jalisco se sembraron, para incremento de semilla, poblaciones de 12 especies silvestres; las especies tropicales se sembraron en invernadero y las de clima templado en casa de malla.

Resultados y discusión

Conservación *ex situ*

En esta área estratégica, el trabajo de colección recibió apoyo en cuatro actividades, dos actividades en variedades criollas de frijol común y dos actividades en especies silvestres de *Phaseolus*. En la recolección de variedades criollas, realizada en la zona noroccidente de Durango, específicamente en los municipios de Santiago Papasquiaro, Canatlán y Topia, se obtuvieron 35 poblaciones. Se encontró una gran variabilidad genética de materiales; no obstante la difusión en los últimos años de variedades mejoradas, como la pinto Villa y la pinto Saltillo. La colecta de 60 poblaciones nativas de hábito indeterminado, de tipo IV, efectuada en el Estado de México y en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla, también mostró amplia diferenciación morfológica entre y dentro de las poblaciones. El germoplasma con sus datos pasaporte fue entregado al SINAREFI. En los estados referidos, aún es común la siembra de este tipo de frijol en asociación con maíz. Este sistema, en entidades como Jalisco y Michoacán, casi se ha extinguido y las variedades que se sembraban, si no se colectaron, han desaparecido. El germoplasma con sus datos pasaporte, fue entregado al SINAREFI. Por su parte, la exploración y la colección de especies silvestres de frijol en la localidad Plan de Barrancas, ubicada entre el estado de Jalisco y el estado de Nayarit, en la cuenca del río Santiago y en el sur Jalisco, obtuvo 28 muestras de semilla: nueve de *P. acutifolius* var. *acutifolius*, seis de *P. lunatus*, cinco de *P. vulgaris*, dos de *P. leptostachyus*, dos de

P. parvifolius, dos de *P. microcarpus* y dos de *P. acutifolius* var. *tenuifolius*. En esta ocasión se le dio prioridad a la colecta de semillas de *P. acutifolius*. Dicha especie está presente en las dos primeras regiones señaladas, cabe señalar que el número de colectas existentes era reducido.

Debido a problemas climáticos, ciclones y sequías, durante la colecta de especies silvestres de frijol realizada en la sierra de Nuevo León, solo se pudieron coleccionar 10 muestras con suficiente semilla, pertenecientes a tres especies: ocho muestras de *P. neglectus*, una muestra de *P. leptostachyus* y una muestra de *P. altimontanus*. En el caso de las muestras con poca semilla, sería preferible regresar a los sitios donde se desarrollan, antes de intentar su incremento en el campo experimental, ya que presentan problemas de adaptación y de manejo.

Las actividades relacionadas con el rescate, la regeneración y el incremento de semilla de accesiones de *Phaseolus vulgaris* y de *Phaseolus coccineus*, con problemas de viabilidad o poca semilla, pertenecientes a los bancos de germoplasma del INIFAP, de la UACH y de la UDG, alcanzaron sus objetivos y metas. En el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), perteneciente al INIFAP, se han entregado al SINAREFI 80 accesiones de *Phaseolus vulgaris* L. silvestre, con sus datos pasaporte respectivos, correspondientes a los ejercicios 2009-2010 y 2010-2011. Además, se hizo un análisis multivariado, los tres primeros componentes explicaron el 75 % de la variabilidad y se formaron dos grupos, el primero corresponde a los sitios que se ubican desde los 880 hasta los 1 445 msnm, el segundo grupo se refiere a los sitios ubicados entre los 1 510 y los 2 300 msnm. Asimismo, en el CEVAMEX se incrementó la cantidad de semilla de 100 accesiones pertenecientes a la Colección Núcleo de *P. vulgaris* Cultivado, el germoplasma y sus datos pasaporte se entregaron al SINAREFI en marzo del año 2011.

Por su parte, la UACH continuó con el rescate del germoplasma de la Colección Xolo Frijol, dicho germoplasma posee muchos años de antigüedad y fue guardado en condiciones deficientes para su conservación. De las 1 533 accesiones sembradas se lograron rescatar 114 accesiones, a partir de la regeneración de 250 entradas rescatadas durante el año 2009, se logró cosechar semilla en 206 accesiones.

El trabajo de rescate y de regeneración de la Colección Xolo Frijol ha sido intenso y ha permitido recuperar más de 300 accesiones de alto valor potencial, el cual se debe a la época en que se realizaron las colectas.

En relación con el frijol común forma cultivada, se continuó el trabajo de regeneración de accesiones con problemas de baja germinación, de la UDG. La semilla de 58 muestras se entregó al Banco de Germoplasma de la UDG/SINAREFI. Las 58 accesiones regeneradas durante el periodo 2010-2011, así como las 140 obtenidas durante el lapso 2008-2009 y las 214 correspondientes al periodo 2009-2010, suman un total de 412 entradas. Aún queda pendiente la regeneración de 34 variedades criollas de frijol de hábito trepador. Finalmente en el CEVAMEX, durante el periodo 2010-2011, se regeneraron accesiones de *Phaseolus coccineus* y se entregaron al Banco Nacional de Germoplasma Vegetal (BANGEV) semilla y datos pasaporte de 200 accesiones. Además, en la UDG, bajo condiciones de invernadero o casa de malla, se incrementó la cantidad de semilla de 10 accesiones de cada una de las 10 especies silvestres de *Phaseolus*. Las especies tropicales como *P. macvaughii* y otras de semilla muy pequeña, como *P. pluriflorus*, presentan problemas para su regeneración *ex situ*.

Uso y potenciación

En el área estratégica uso y potenciación, en la UDG se realizó la caracterización morfológica de 30 accesiones de *Phaseolus lunatus* silvestre. En la repetición en invernadero los genotipos lograron un mayor desarrollo; los caracteres tamaño de hoja, vaina, semilla y ciclo biológico, mostraron amplia variación. Además de la elaboración de la base de datos, se logró el incremento de la semilla perteneciente a los materiales caracterizados. Cabe señalar que este germoplasma está disponible para los colegas interesados. En el municipio de Mocochoá, Yucatán, se reprodujo la semilla de 40 accesiones de frijol común de la península de Yucatán, la variabilidad en cuanto a los colores y las formas es significativa. En el área estratégica creación de capacidades, se concluyeron los documentos de diagnóstico y *Plan estratégico de actividades de la Red Frijol*. De igual modo, se realizó una reunión de evaluación del periodo 2010-2011 y la planeación de los trabajos que deberán efectuarse en el periodo 2011-2012.

Productos entregados e indicadores de impacto

Conservación *ex situ*

En esta área estratégica se entregaron: semilla de 40 accesiones regeneradas y datos pasaporte de frijol silvestre, del banco de germoplasma del INIFAP; semilla de 58 accesiones regeneradas de frijol cultivado del banco de germoplasma de la UDG; semilla de 114 accesiones regeneradas y de 206 accesiones rescatadas de la Colección Xolo Frijol; semilla y datos pasaporte de 10 muestras de frijol silvestre de la sierra de Nuevo León: ocho de *P. neglectus*, una de *P. leptostachyus* y una de *P. altimontanus*; semilla y datos pasaporte de 60 poblaciones nativas de frijol común de hábito trepador, del Estado de México y de los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla; semilla y datos pasaporte de 65 muestras de semilla, de variedades criollas de frijol común del noroccidente del estado de Durango; 28 muestras de semilla y datos pasaporte de frijol silvestre del occidente de México: nueve de *P. acutifolius* var. *acutifolius*, seis de *P. lunatus*, cinco de *P. vulgaris*, dos de *P. leptostachyus*, dos de *P. parvifolius*, dos de *P. microcarpus* y dos de *P. acutifolius* var. *tenuifolius*; y semilla incrementada de 10 accesiones de cada una de las 10 especies silvestres de *Phaseolus*.

Uso y potenciación

En esta área estratégica se entregaron: la base de datos relacionada con la caracterización de 58 variedades de frijol común; la base de datos de 30 accesiones de *P. lunatus* silvestre; y los datos vinculados con el incremento y la evaluación de 40 accesiones de frijol común forma cultivada, de la península de Yucatán.

Conclusiones

En todos los subproyectos aprobados y en las actividades desarrolladas, se alcanzaron la mayoría de las metas y de los productos entregables. El germoplasma de frijol común forma cultivada, colectado en la zona centro sur de México y en el noroccidente de Durango, de amplia variabilidad genética, ofrece alelos potenciales para el mejoramiento genético varietal. La semilla de especies de *Phaseolus* silvestre, colectadas tanto en el occidente de México, como en la sierra de Nuevo León, además de contribuir a

la preservación del germoplasma, amplía el acervo genético disponible de uso potencial. Los datos pasaporte de las colectas realizadas y las bases de datos de caracterización, ofrecen información valiosa para el uso actual y futuro del germoplasma resguardado en los bancos de germoplasma del SINAREFI. Los resultados obtenidos representan solo un avance del enorme trabajo pendiente por realizar en la Red Frijol, especialmente en lo referente a la regeneración y a la caracterización del germoplasma resguardado en los bancos de germoplasma y en la exploración y colección nacional de las especies silvestres del género *Phaseolus*. Queda también pendiente por dedicar mayores esfuerzos al área estratégica uso y potenciación, así como el área estratégica de creación de capacidades.

Bibliografía

- Cárdenas R., F. A., J. S. Muruaga M. y J. Acosta G. 1996. Catálogo del Banco de Germoplasma de *Phaseolus* del INIFAP. México.
- Delgado-Salinas, A. O. 1985. Systematics of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae) in North and Central America. Ph. D. Thesis. Univ. of Texas–Austin, Texas, USA.
- Freytag, F. G. and D. G. Debouck. 2002. Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America. Sida, Botanical Miscellany. Núm. 23. Botanical Research institute of Texas. USA. 300 p.
- Hawkes, J. G., N. Maxted and B. V. Ford-Lloyd. 2000. The *Ex situ* Conservation of Plant Genetic Resources. Kluwer Academic Publishers. 250 p.
- IBPGR. 1983. Descriptors for *Phaseolus coccineus*. Crop Genetic Resources Center, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 34 p.
- Martínez-Castillo J., D. Zizumbo-Villarreal, H. Perales-Rivera, H. Colunga-García, P. Marín. 2004. Intraspecific Diversity and Morpho-Phenological Variation in *Phaseolus lunatus* L. from the Yucatan Peninsula, Mexico. Economic Botany. 58(3): 354–380.

Miranda C., S. 1978. Evolución de *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*. In: M. Engleman (ed.) Contribuciones al conocimiento del frijol. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Edo. de México. pp. 83-99.

Rodríguez Cabrera, S., Rodríguez Tijerina, M. Aguilar Sanmiguel and D. G. Debouck. 1985. *Phaseolus* Germoplasm Collection in Mexico. Plant Genetic Resources. 69: 30-38.

Evaluación, validación y manejo de la diversidad del girasol en México

Miguel Hernández Martínez¹, Salvador Montes Hernández², Nemecio Castillo Torres³ y Javier González Quintero⁴.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Bajío. Correo electrónico: inifaphernandez@prodigy.net.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Bajío. Correo electrónico: montes.salvador@inifap.gob.mx. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Norman E. Borlaug. Correo electrónico: castillo.nemecio@inifap.gob.mx. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Río Bravo. Correo electrónico: gonzalez.javier@inifap.gob.mx.

Resumen

La Red Girasol, perteneciente al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), durante el ejercicio fiscal 2011, realizó las siguientes actividades en el área estratégica, conservación *ex situ*: línea 7, *recolección*, proyecto BEI-GIR-11-1, validación de los recursos genéticos en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Michoacán, Querétaro y Zacatecas; y *recolección planificada de girasol silvestre*, en este aspecto se realizaron tres proyectos: BEI-GIR-11-4, en los estados de Baja California y Sonora; BEI-GIR-11-5, en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, y el BEI-GIR-11-6, en los estados de Guanajuato, Michoacán y Querétaro. También se efectuaron actividades en el área estratégica uso y potenciación: línea 9, *caracterización*, proyecto BEI-GIR-11-2, evaluación morfológica de 25 accesiones de girasol. Finalmente, se realizó la siguiente actividad en el área estratégica creación de capacidades: línea 16, *promoción de la Red Girasol*, proyecto BEI-GIR-11-3, programa de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo. Los resultados de los proyectos fueron: proyecto BEI-GIR-11-1, se colectaron 21 accesiones de girasoles silvestres; proyecto BEI-GIR-11-2, se caracterizaron morfológicamente 25 accesiones, con base en las *Directrices de examen para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad* (TG/81/6, 2004), específicamente en lo relacionado con las variedades e híbridos de girasol, dicha actividad se efectuó en el CEBAJ, del INIFAP; proyecto BEI-GIR-11-3, se fortaleció la Red Girasol mediante una reunión de todos sus integrantes, a fin de presentar los avances y establecer la planeación de actividades en el corto y el mediano plazo, dicha reunión se celebró el 11 de octubre en el municipio de Celaya, Guanajuato, en donde se impartió a productores interesados en el cultivo de girasol, el taller «Componentes tecnológicos del cultivo de girasol», celebrado el 12 de octubre del 2012, al cual asistieron 18 productores. Asimismo, en el CEBAJ, durante el ciclo primavera-verano, se sembraron 16 poblaciones segregantes F2 de híbridos alto oleicos y convencionales con la finalidad de obtener la F3 y seleccionar progresivamente con base en el fenotipo recombinante superior que de lugar a variedades alto oleicas y convencionales, para su futura liberación; proyecto BEI-GIR-11-4, se colectaron 18 accesiones silvestres; proyecto BEI-GIR-11-5, se colectaron 38 accesiones (29 variedades silvestres y nueve variedades criollas); y proyecto BEI-GIR-11-6, se colectaron 25 accesiones de girasol (14 silvestres, cinco acriollas y seis criollos cultivados). En todos los casos se realizó la base de datos correspondiente, se establecieron los datos pasaporte y se efectuó la transferencia de semilla de dichas accesiones al banco de germoplasma designado por el SINAREFI, con lo cual se cumplieron e incluso se superaron las metas: coleccionar 68 nuevas accesiones —se colectaron 99 accesiones—, y caracterizar 25 accesiones con base en el protocolo de la UPOV.

Introducción

El género *Helianthus* está constituido por 49 especies, 12 anuales y 37 perennes, además de 19 subespecies (Heiser *et al.*, 1969). Todas las subespecies son naturales de América, de acuerdo a evidencias botánicas y arqueológicas. El hábitat natural del girasol se establece desde el norte de México hasta el sur de Canadá (Heiser, 1955) y de América fue llevado a Europa por colonizadores españoles, ingleses y franceses (Vranceanu, 1977). Las primeras formas cultivadas se desarrollaron en Rusia y representan a los ancestros de los cultivos modernos, formados en otros países a finales del siglo XIX.

Las especies del género *Helianthus* se adaptan a una amplia diversidad de ambientes y poseen una considerable variabilidad respecto a infinidad de características de importancia económica y agronómica, por ejemplo, resistencia a plagas y enfermedades; resistencia a sequías y heladas; y exuberante capacidad como fuente para la producción de aceite de alta calidad alimentaria y obtención de proteína. Cabe señalar que el uso del germoplasma en programas de mejoramiento tiene un amplio potencial en la producción comercial de híbridos de girasol, lo cual es de gran importancia porque la expansión de la producción en el mundo está condicionada por riesgos mayores, relacionados con la intensidad de plagas y de enfermedades y condiciones ambientales extremas. Por lo tanto, en la formación de los nuevos cultivares, existe la necesidad de ampliar la variabilidad genética con fuentes adicionales de resistencia a los problemas mencionados (Seiler, 1988).

En México existe una gran demanda de aceites y de grasas comestibles, año con año se traen de otros países grandes cantidades de aceite, semillas oleaginosas y sebos; sin embargo, el impulso otorgado a cultivos de girasol podría disminuir la importación, pues la semilla de esta especie posee alrededor del cincuenta por ciento de aceite. En la república mexicana la producción de este grano oleaginoso es mínima. Por ello, para abastecer el consumo nacional de aceite comestible de girasol, durante el año 2003 se importaron 152 mil toneladas de grano y 50 mil toneladas de aceite crudo.

Los objetivos de este ejercicio fiscal fueron: recolectar, en forma planificada, semilla de poblaciones de

girasol silvestre ubicadas en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Michoacán, Nuevo León, Querétaro, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas; caracterizar, de acuerdo a caracteres morfológicos, 25 accesiones, con base en el catálogo internacional de la UPOV; y fortalecer a la Red Girasol a través de la creación de capacidades. Las metas fueron: coleccionar 67 accesiones y elaborar la base de datos correspondiente (producto entregable); transferir semilla de las accesiones colectadas al centro de conservación que designó el SINAREFI; caracterizar morfológicamente 25 accesiones de girasol; y realizar acciones vinculadas con el fortalecimiento de la red.

Metodología

El proyecto global denominado *Recolección, introducción, caracterización y mejoramiento genético del girasol en México*, para su operación se divide en proyectos. Cada proyecto está vinculado a una actividad. Estas actividades se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Título de los proyectos operativos y número de accesiones que se coleccionaron durante el año 2011.

Proyecto	Nombre del Proyecto	Meta
BEI-GIR-11-1	Validación de los recursos genéticos de girasol en Chihuahua y Zacatecas.	20
BEI-GIR-11-2	Evaluación morfológica de 25 accesiones de girasol.	25
BEI-GIR-11-3	Programa de mejoramiento a corto, Plan Red mediano y largo plazo.	Plan estratégico de la Red
BEI-GIR-11-4	Recolección planificada de girasol silvestre en Sonora y Baja California.	15
BEI-GIR-11-5	Recolección planificada de girasol silvestre en Tamaulipas, N.L. y Coah.	16
BEI-GIR-11-6	Recolección planificada de girasol silvestre en Gto., Mich. y Qro.	17

Metodología de los proyectos BEI-GIR-11-1, BEI-GIR-11-4, BEI-GIR-11-5 y BEI-GIR-11-6

La colecta del germoplasma se planificó y se realizó en los estados de Baja California, Coahuila, Guanajuato, Michoacán, Nuevo León, Querétaro, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas, con base en las *Reglas de recolecta y datos pasaporte para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*, del SINAREFI. El primer paso consistió en ubicar las regiones y los sitios de colecta en donde se encuentra el taxón del

girasol silvestre o de girasoles criollos regionales de la especie *Helianthus annuus*. En cada entidad federativa anteriormente mencionada se recopiló información y se elaboró un itinerario con la ruta y sitios de muestreo para conocer la topografía, la fecha de inicio del temporal, los accidentes geográficos, el tipo de clima, las vías de acceso y la situación política. En cuanto a la especie, para planificar la época de recolección, se reunió la mayor cantidad de información posible, especialmente en lo relativo al tipo de reproducción, la época de floración, la morfología, la fisiología, la precipitación, los depredadores de la especie y las épocas de deshierbe para el mantenimiento de carreteras.

Los materiales y el equipo básico utilizados en la recolección fueron: mapas de carreteras y de vegetación; fichas de colecta para datos pasaporte, definidas por el SINAREFI; libro de campo; GPS; cámara fotográfica; estadal; cinta métrica; contador; bolsas de papel y de plástico de diferentes tamaños; etiquetas adhesivas y de colgar; marcadores de tinta indeleble; tijeras de podar y navajas; frascos para resguardar muestras de insectos-plaga; lupa; cinta adhesiva; engrapadora y grapas; y costales y machetes. Posteriormente se realizó la colecta en las diferentes entidades durante los meses comprendidos entre julio y noviembre del año 2010 y del año 2011. Cabe señalar que durante el año 2010 la precipitación fue solo del 40 %, en relación con lo esperado en dichos sitios, por lo que fue necesario realizar la mayoría de las colectas durante el año 2012.

Metodología para el proyecto BEI-GIR-11-2

Las 25 accesiones de girasol se sembraron en un *ensayo-vivero* en el CEBAJ, con sede en el municipio de Celaya, Guanajuato, bajo condiciones de riego, en el ciclo primavera-verano, durante el mes de mayo. Se fertilizaron con la fórmula de fertilización: 60-40-00. El tamaño de parcela fue de un surco de 75 cm de ancho y 4 m de longitud, dado lo escaso de semilla. Se realizó la caracterización morfológica de 10 plantas de cada accesión, para lo cual se utilizó el catálogo internacional de la UPOV, *Directrices de examen para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad*, para variedades e híbridos de girasol.

Metodología para el proyecto BEI-GIR-11-3

En el caso de este proyecto se realizaron cuatro actividades:

Promoción de la Red Girasol. Se realizó una reunión con todos los integrantes de la red a fin de presentar los avances y establecer la planeación de futuras actividades de la red la cual se planeo realizar el 11 de octubre del 2012.

Creación de capacidades. Se programó la impartición de un taller para productores de girasol denominado «Componentes tecnológicos del cultivo del girasol», el cual deberá realizarse el 12 de octubre del 2012.

Participación en la Primer Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos. La feria fue celebrada el 7 y 8 de septiembre del 2012.

Mejoramiento genético. En el CEBAJ, con sede en el municipio de Celaya, Guanajuato, se realizó el avance generacional de 20 poblaciones F_2 de generaciones avanzadas de híbridos alto oleicos, para lo cual se sembraron las poblaciones, bajo condiciones de riego y fórmula de fertilización 60-40-00, en una parcela cuyo tamaño fue de cinco surcos de 75 cm de ancho y 10 m de largo, cada uno. En relación a la floración y a la madurez fisiológica de la planta se seleccionaron por fenotipo las poblaciones sobresalientes en cuanto al diámetro de capítulo, la precocidad, el porte bajo y el porte mediano, así como aquellas que poseen características para ser utilizadas como forraje. Además se incrementó 50 accesiones para caracterizar morfológicamente en el 2013.

Resultados

Proyectos BEI-GIR-11-1, BEI-GIR-11-4, BEI-GIR-11-5 y BEI-GIR-11-6

En el Cuadro 2 se muestra, por cada proyecto, el número de colectas que deben realizarse para alcanzar la meta establecida y el número de colectas realizadas hasta el momento de presentar este informe. Con respecto a las colectas realizadas al momento, cada inves-

tigador responsable envió los datos pasaporte y efectuó la transferencia de semilla al centro de conservación que el SINAREFI indicó. Es necesario destacar que se superó la meta establecida, la cual correspondía a 67 colectas. En total se efectuaron 102 colectas.

Cuadro 2. Acciones entejadas por proyecto.

Proyecto	Núm. Acciones comprometidas	Núm. Acciones entradas
BEI-GIR-11-1	20	20
BEI-GIR-11-4	15	18
BEI-GIR-11-5	16	36
BEI-GIR-11-6	17	25
Totales	68	99

Proyecto BEI-GIR-11-2

Durante el desarrollo del cultivo, de las 25 acciones se tomaron en cuenta 40 caracteres, los cuales se clasificaron de la siguiente manera: hoja, 10 características morfológicas; tallo/planta, cinco caracteres fenotípicos; flor, 14 caracteres morfológicos; capítulo, tres caracteres fenotípicos; y semilla, ocho caracteres morfológicos. Todas las características relacionadas con el tamaño se cuantificaron realizando mediciones. Cada colecta se fotografió con la finalidad de ofrecer mayor precisión en relación con la descripción de algunas de las características relacionadas con la accesión. Se cosechó y pesó la semilla producida por cada accesión.

Proyecto BEI-GIR-11-3

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las cuatro actividades realizadas en este proyecto:

Reunión Red Girasol

El 11 de octubre del 2011, en las instalaciones del CEBAJ, se realizó la reunión anual de los integrantes de la Red Girasol para evaluar los avances de las actividades y definir la necesidad de investigar aspectos inherentes a la red, para lo cual cada uno de los investigadores presentó sus avances, para posteriormente elaborar la minuta de acuerdos. Los participantes en dicha reunión fueron: Fermín Bravo Quirino, de ICAMEX, en el Estado de México; Nemeo Castillo Torres, del CENEB, en Ciudad Obregón, Sonora; Javier González Quintero, del CERIB, en Río

Bravo, Tamaulipas; Salvador Montes Hernández y Miguel Hernández Martínez, del CEBAJ, en Celaya, Guanajuato; y Moisés Matías Téllez, del SINAREFI.

Taller «Componentes tecnológicos del girasol»

El 12 de octubre del 2012 se impartió el taller dirigido a productores interesados. En el mencionado taller participaron 18 productores. Los temas impartidos, así como el nombre de los expositores se muestran en el Cuadro 3. Al terminar la reunión, a los productores que participaron en el taller se les entregó constancia de participación; y a los ponentes se les otorgó la constancia de instructor. Es necesario destacar que los ponentes fueron algunos de los miembros que constituyen la Red Girasol.

Cuadro 3. Temas y ponentes del taller «Componentes tecnológicos del girasol».

Tema	Ponente
Paquete tecnológico de producción de girasol en México.	M. en C. Nemeo Castillo Torres
Avances y perspectivas del girasol en Guanajuato.	Dr. Miguel Hernández Martínez
El girasol forrajero para ensilaje.	M. en C. Fermín Bravo Quirino
Taxonomía de girasol silvestre	Dr. Salvador Montes Hernández
El cultivo de girasol en Tamaulipas	Ing. Javier González Quintero

Participación en la 1.^a feria de la Agrodiversidad y Agroproductos

Se asistió a la Primer Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos, celebrada los días 6 y 7 de septiembre del 2012, en Xochitla, Parque Ecológico, ubicado en Tepetzotlán, Estado de México. La Red Girasol participó con la instalación de un stand, en el cual se colocaron posters alusivos a la agrodiversidad, específicamente en relación con la recolección de girasol silvestre en diversos estados de la república, así como usos del girasol e información ligada a la variedad *bienvenido paisano*, la cual se liberará próximamente. En la feria participaron los productores, Socorro Mendoza Aguilar, originaria del municipio de San Diego de la Unión, Guanajuato, y Juan Manuel León Uribe, procedente del municipio de Valle de Santiago, Guanajuato; y los investigadores Salvador Montes Hernández, del CEBAJ, Fermín Bravo Quirino, de ICAMEX, y Miguel Hernández Martínez del CEBAJ.

Mejoramiento genético

Se evaluaron e incrementaron las 50 accesiones colectadas de girasol que deberán usarse durante el ciclo primavera-verano del año 2013 para realizar la caracterización morfológica y agronómica correspondiente, con la intención de evaluar la factibilidad del uso del germoplasma en programas de mejoramiento. Además, en condiciones de riego, se sembraron 20 poblaciones de generaciones avanzadas de híbridos en F_2 , para seleccionar los mejores segregantes F_3 y derivar líneas y variedades en F_5 y en F_6 , a fin de evaluarlas posteriormente en ensayos de rendimiento, en condiciones de temporal y de riego, en localidades ubicadas en los estados de Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Sonora y Tamaulipas, con el objetivo de seleccionar las mejores variedades para lograr su validación y posterior liberación como nuevas variedades.

Conclusiones y recomendaciones

Se recolectaron 99 nuevas accesiones de girasol silvestre, en forma planificada, en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Michoacán, Nuevo León, Querétaro, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas; el producto entregado fue la base de datos; y se realizó la transferencia de semilla, de las accesiones colectadas, al centro de conservación designado por el SINAREFI

Se caracterizaron 25 accesiones con base en el catálogo internacional de la UPOV: hoja, 10 características morfológicas; tallo/planta, cinco caracteres fenotípicos; flor, 14 caracteres morfológicos; capítulo, tres caracteres fenotípicos; y semilla, ocho caracteres morfológicos.

En el área estratégica creación de capacidades se realizaron las siguientes tareas: una reunión con los integrantes de la red para presentar los avances y definir las futuras directrices de investigación; un taller de capacitación impartido a productores de girasol y enfocado en los componentes tecnológicos del cultivo de girasol; se participó en la Primer Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos, celebrada en Xochitla, Parque Ecológico, en el Estado de México; y se avanzó en lo relacionado con 20

poblaciones segregantes de girasol, de F_2 a F_3 , para derivar líneas o variedades.

Se considera importante fortalecer a la Red Girasol, a través de la participación de jóvenes investigadores, quienes en el futuro inmediato podrían iniciar el programa de mejoramiento del girasol como un cultivo estratégico ante el cambio climático global, ya que esta especie ofrece tolerancia a sequías y a heladas.

Bibliografía

- CONASIPRO. 2008. Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas. Oleaginosas en cadena. girasol, situación actual mundial y nacional. Boletín bimestral. Núm. 18.
- Heiser, C. B. y D. M. Smith. 1955. New Chromosome Numbers in *Helianthus* and Related Genera. Proceedings of the Indian Academy of Science. 64: 250-253.
- López, B. L. 2003. Cultivos Industriales. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 10-71.
- Robles, S. R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial LIMUSA, S. A. México, D. F. pp. 675.
- Seiler, G. J. 1988. The Genus *Helianthus* as a Source of Variability for Cultivated Sunflower. 12th Int. Sunflower Conference. Novi Sad Yugoslavia. pp. 17-58.
- SAGARPA-INIFAP. 2005. Programa Nacional de Oleaginosas Anuales. pp.10-22.
- Schneider, A. A, 1997. Sunflower Technology and Production. Ed. The American Society of Agronomy. Núm. 35. pp. 1-19.
- SIAP. 2008. Avance de siembras y cosechas año agrícola 2007 en México. Disponible en línea <http://sagarpa.gob.mx>. Consultado el 12 de diciembre del 2008.
- Vranceanu, A. V. 1977. El Girasol. Ed. Mundi-Prensa. España. 40 p.

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G. 1998. Catálogo de malezas de México. UNAM. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura económica. México, D. F. 448 p.

Caracterización y estrategias de conservación del germoplasma de jojoba (*Simmondsia chinensis*) en México

Lilia Alcaraz Meléndez¹, Diego Valdez Zamudio², Rigoberto Meza Sánchez³, Andrés Orduño Cruz⁴ y Magdalena Ortega Nieblas⁵.

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. Correo electrónico: lalcaraz04@cibnor.mx. ²Universidad Autónoma de Sonora. Departamento de Agricultura y Ganadería. Correo electrónico: diegov@guayacan.uson.mx. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Todos Santos. Correo electrónico meza.rigoberto@inifap.gob.mx. ⁴Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. Correo electrónico: aorduno@cibnor.mx. ⁵Universidad Autónoma de Sonora. Departamento de Agricultura y Ganadería.

Resumen

La jojoba es una planta dioica originaria del noroeste de México y del suroeste de Estados Unidos, (Gentry, 1958). En estudios anteriores realizados por nuestro grupo de trabajo se ha observado que las poblaciones silvestres y cultivadas se encuentran en graves problemas de conservación debido al incremento de construcciones, a la contaminación y a la escasez de precipitaciones pluviales, por lo que llevar a cabo estrategias de conservación *ex situ* es una importante alternativa para la conservación del germoplasma (Alcaraz *et al.*, 2011). Se establecieron parcelas en los estados de Sonora y Baja California Sur con plantas procedentes de semillas de diferentes sitios para efectuar la conservación *ex situ* del germoplasma. Asimismo se continuó con el desarrollo de un protocolo de propagación *in vitro* para llevar a cabo la selección del germoplasma y desde el inicio poder conocer el sexo de las plantas, de tal modo que se pueda realizar una mejor planeación de los cultivos en campo. Se participó en ocho reuniones nacionales e internacionales y se contactaron a productores de aceite de jojoba que están muy interesados en las investigaciones que se están llevando a cabo por parte de los miembros de la Red Jojoba.

Introducción

La jojoba [*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider] es un arbusto originario del noroeste de México y del suroeste de Estados Unidos y produce una cera líquida de alta calidad en su semilla, la cual es utilizada en la industria cosmética, farmacéutica y de lubricantes. Dicha cera cuenta con potencial para ser aprovechada como biocombustible o como forraje para alimentar al ganado y a la fauna silvestre. Se consideró que la jojoba es una planta apta para recuperar ambiental y económicamente las zonas áridas de nuestro país. Actualmente las poblaciones silvestres se encuentran sujetas a presiones ambientales, como la sequía, y a presiones antropocéntricas, como los desmontes, las cuales afectan la dinámica poblacional y la producción de semilla. Por este motivo a la fecha se trabaja en la localización y la caracterización *in situ* y *ex situ* de las poblaciones, así como en el desarrollo de estrategias para lograr su propagación y conservación y explotar el uso potencial de la cera líquida.

Materiales y métodos

En las poblaciones *in situ* y en las poblaciones *ex situ*, se está llevando a cabo la ubicación georreferenciada y la caracterización, esta última empleando descriptores que han sido diseñados por los miembros de la red con base en la experiencia desarrollada a través de la observación de las diferentes poblaciones situadas en el municipio de Hermosillo, Sonora; en los municipios de La Paz, Los Cabos y Mulegé, particularmente en la población de Guerrero Negro, en Baja California Sur; y en los municipios de Ensenada y Tijuana, en Baja California.

Las técnicas de propagación se realizaron a través del método del cultivo de tejidos, empleando el medio de cultivo Murashige y Skoog (1962) y combinaciones hormonales de auxinas y citocininas. Hasta ahora se han incluido cuatro diferentes clones de plantas seleccionadas de los tres estados en donde se encuentran en condiciones silvestres. Se utilizaron técnicas de criopreservación para conservar los tejidos de germoplasma. La

obtención del aceite se realizó mediante el método de extracción a través del empleo de hexano, Soxhlet y una mezcla solvente. El aceite es separado mediante un roto-vapor con vacío y a una temperatura de 50 °C.

Resultados y discusión

En el estudio realizado de poblaciones silvestres ubicadas en los estados de Sonora, Baja California y Baja California Sur, se ha realizado la programación y la preparación logística para llevar a cabo próximas visitas a sitios en donde se encuentran poblaciones silvestres de jojoba previamente identificadas, así como a otros lugares que deben ser investigados para localizar nuevas poblaciones. En las colecciones de trabajo existentes en los estados de Sonora y Baja California Sur se realizó el establecimiento de un sistema de riego por goteo con la intención de hacer más eficiente el uso del agua de riego en la plantación. En el estado de Sonora se llevó a cabo la instalación de sensores de humedad en el suelo de la parcela para conocer las necesidades de agua de la planta de jojoba y suministrar únicamente la demanda. También se realizaron prácticas de propagación vegetativa, vía enraizamiento de estacas de jojoba, para formar una colección de trabajo de material con características genéticas y fenotípicas deseables, desde el punto de vista agronómico, industrial y ecológico.

En el campo de cultivo del Campo Experimental Todos Santos, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), durante el periodo comprendido entre noviembre del año 2012 y abril del año 2013, se han realizado actividades de campo para lograr el mantenimiento de las plantaciones de jojoba, aplicando dos riegos de auxilio y realizando dos deshierbes. En enero del año 2013 a las plantas se les practicó una poda de formación, cortando las puntas de las ramas sobresalientes de la corona. Estas actividades se realizaron en las dos plantaciones intervenidas desde el año 2011. Asimismo se iniciaron los trabajos para llevar a cabo la rehabilitación de una nueva plantación, por lo que se realizó una poda de rejuvenecimiento mediante el uso de una moto sierra y se efectuó el deshierbe mecánico y manual a través del empleo de la rastra, del subsuelo y de las herramientas de campo necesarias para lograr la extracción de macollos de zacate buffel.

En lo que se refiere a la propagación efectuada mediante cultivo de tejidos, se ha incrementado el número de explantes, tanto de brotes masculinos como de brotes femeninos, resguardados en el banco de germoplasma *in vitro*, con lo cual se ha obtenido material de cuatro clones diferentes. En lo que respecta a la aplicación de técnicas de crecimiento mínimo, hasta el momento se ha observado una reducción notoria del crecimiento en la longitud de brote y en el número de yemas, solo con la modificación de la temperatura. A la par se está realizando la multiplicación de material vegetativo para llevar a cabo nuevos ensayos. Cabe señalar que además de lo anterior, se organizó una reunión de trabajo de la red, en la que se participó con la presentación de los avances y logros obtenidos en los trabajos realizados.

Productos entregables e indicadores de impacto

Los productos y los indicadores de este proyecto se concentraron básicamente en la elaboración de datos pasaporte de poblaciones silvestres ubicadas en zonas de alta marginación económica, como es el caso de los municipios de Ensenada y Tijuana, en Baja California; Hermosillo, en Sonora; y Los Cabos, en Baja California Sur. Lo anterior se llevó a cabo con el fin de apoyar a los pobladores de estas zonas para que el conocimiento de estos recursos pueda ayudarlos económicamente a través de la colecta de semillas y su posterior venta a industriales que se dedican a la extracción del aceite. Asimismo es importante promover el cultivo *ex situ*, lo cual se logrará al propagar y conservar plantas elite de alta productividad mediante técnicas biotecnológicas y al desarrollar técnicas de manejo agronómico eficiente, como las que se están investigando en este proyecto. Otra parte importante se refiere al incremento del valor agregado del aceite de jojoba mediante su empleo en la producción de cosméticos, cremas y champús, por lo que a la fecha se analiza la calidad del aceite extraído a partir de los diferentes genotipos estudiados.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa un gran avance en el estudio de las poblaciones de jojoba de los estados de Baja California Sur, Baja

California y Sonora. Asimismo se observa que el daño ecológico continúa debido al crecimiento de la mancha urbana, a la contaminación producida por desechos orgánicos e inorgánicos y a la sequía que se ha agravado en los últimos años, lo cual ha disminuido drásticamente la producción de semillas. Por esto es relevante continuar con la propagación *in vitro* de las plantas para conservar el germoplasma, así como mantener colecciones de trabajo *in vivo* que permitan salvaguardar el germoplasma para lograr la conservación y propagación de la especie. Se considera un avance importante el llevar a cabo estudios acerca del aceite de las semillas de jojoba, lo cual nos permitirá ofrecer mayor apoyo a los productores para que se incremente el valor de la producción de semillas.

Bibliografía

- Alcaraz M., L., D. Valdez Z., S. Real C., M. Rodríguez Á., R. Meza S. y A. Orduño C. 2011. Diagnóstico de la jojoba [*Simmondsia chinensis* (Link) (C. K. Schneider)] en México. Universidad Autónoma Chapingo. 100 p.
- Thomson, P. H. 1978. Jojoba Horticulture. *In*: Jojoba Handbook. Ed. Bonsall Publications, Bonsall Calif. pp. 57-156.

Manejo integral del agroecosistema en el estado de Puebla

Pedro Antonio López¹, Abel Gil Muñoz², Higinio López Sánchez³, Enrique Ortiz Torres⁴, Ernesto Hernández Romero⁵, Juan de Dios Guerrero Rodríguez⁶, Oswaldo R. Taboada Gaytán⁷, J. Arahón Hernández Guzmán⁸ y Amalio Santacruz Varela⁹.

¹Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: palopez@colpos.mx. ²Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: gila@colpos.mx. ³Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: higinio@colpos.mx. ⁴Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: enriqueortiz@colpos.mx. ⁵Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: eromero93@colpos.mx. ⁶Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: grjuan2000mx@yahoo.com. ⁷Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: toswaldo@colpos.mx. ⁸Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: arahon@colpos.mx. ⁹Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Correo electrónico: asvarela@colpos.mx.

Resumen

El estado de Puebla ocupa el cuarto lugar en producción de maíz a nivel nacional, siendo este el principal cultivo anual en la entidad, al representar entre el 60 y el 70 % de la superficie cosechada en lo que respecta a cultivos anuales. Cabe señalar que de la superficie antes mencionada, el 91.7 % es sembrado por pequeñas unidades de producción, bajo condiciones de temporal, empleando en esta actividad aproximadamente el 90 % de variedades nativas. Las zonas que forman parte de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) de Libres y de Cholula son las principales productoras de maíz, con poco más del 50 % de la producción total del estado. Los valles de Libres, Ciudad Serdán y Puebla, ubicados dentro del área de influencia de estos DDR constituyen las tres áreas productoras más importantes del estado, aportando más del 35 % del volumen total de producción, del cual la mayoría corresponde a variedades nativas. Por lo anterior, el objetivo del proyecto consistió en continuar, bajo el enfoque del agroecosistema, con la conservación de poblaciones de maíz representativas de las razas chalqueño y cacahuacintle y de poblaciones de la subraza elotes chalqueños. Entre las actividades que se exponen en el presente informe, se encuentra el pago por servicios de conservación de las razas chalqueño y cacahuacintle y de la subraza elotes chalqueños. En este aspecto se incluye el reporte concerniente a los diferentes cursos-talleres, impartidos a agricultores y a técnicos, sobre la diversidad, el fitomejoramiento participativo y la selección y conservación de germoplasma. Asimismo se hace referencia al manejo del agroecosistema, el cual considera a las diferentes especies que cultivan los agricultores, establecidas bajo un sistema de asociación o de unicultivo, distribuidos entre los diferentes predios de la unidad de producción. También se informa sobre el proceso de producción de semilla de cinco poblaciones de maíz cacahuacintle que se encuentran en vía de registro como variedades de uso común, para su posterior publicación en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV). De igual manera se menciona el proceso de producción de semilla de algunas variedades de polinización libre, de las cuales se debe efectuar la descripción varietal para solicitar posteriormente su registro ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Finalmente sobre los avances de este proyecto, se reportan las actividades de difusión que se realizaron en foros académicos y ante el público en general.

Introducción

En el año 2010 el estado de Puebla ocupó el cuarto lugar a nivel nacional en cuanto a la superficie sembrada de maíz para grano. Se sembraron 606 534 ha, lo que representó el 7.71 % del área total nacional y el 62 % de la superficie total cultivada en el estado, principalmente bajo condiciones de temporal. Del porcentaje antes mencionado, el 90 % de la superficie sembrada se cultivó con variedades nativas o criollas. La entidad produjo 1 080 461 t, lo que significó el 4.63 % de la producción total nacional, con una media de producción estatal de 1.9 t/ha⁻¹. Al interior del estado, los DDR que más aportaron a la producción de maíz fueron el de Libres y el de Cholula. De acuerdo con la información proporcionada por los DDR, la superficie sembrada de maíz correspondió al 19.99 % en Libres y al 20.16 % en Cholula. Asimismo el volumen de producción de maíz en Libres representó el 23.04 % y en Cholula significó el 27.58 % del volumen total estatal, con rendimientos promedio de 2.44 t/ha⁻¹ y de 2.43 t/ha⁻¹, respectivamente. En los valles de Libres, Ciudad Serdán y Puebla, se siembran principalmente variedades criollas o nativas que aportan casi el 35 % del volumen total de la producción (SIAP, 2010).

Mediante la revisión bibliográfica de las investigaciones realizadas por López *et al.* (1998) y Muñoz (2005), se identificó el amplio potencial agronómico de las poblaciones criollas o nativas. Un elemento clave para promover entre los agricultores el interés por mantener y conservar a las poblaciones representativas de razas de maíz es el pago por servicios de conservación, con lo que se brinda apoyo a los agricultores custodios. Por otro lado, la milpa es un sistema de producción que tradicionalmente ha sido empleado por pequeños agricultores, bajo condiciones de temporal, teniendo como eje principal al maíz (Jiménez-Osornio *et al.*, 2004; Buenrostro, 2009). Bajo este sistema el agricultor asegura el abastecimiento de diferentes productos para la alimentación de la unidad de producción, la cual está conformada por su familia, favoreciendo la seguridad alimentaria de la misma.

La importancia de la milpa es tan grande que en el país existen aproximadamente tres millones de agricultores que se dedican al cultivo de maíz bajo este sistema; sin embargo, en algunas regiones se ha

perdido la práctica del agroecosistema milpa debido a las dificultades que representa el empleo de herramientas o maquinaria en las labores de cultivo y de cosecha (Ashwell, 2008). Asimismo el control de la maleza es complicado, lo que eleva los costos de producción al requerir mano de obra para su manejo, por lo que ante esta situación el agricultor divide la superficie de cultivo en diferentes parcelas. Estas parcelas son utilizadas para sembrar especies como frijol, calabaza y chile, las cuales son prioritarias en la dieta del agricultor, quien complementa su dieta con la aportación del traspatio.

El conocimiento respecto a la diversidad de los recursos genéticos y de los sistemas productivos no asegura un aprovechamiento real y sostenible de los mismos, ya que es necesario que las semillas de poblaciones o de variedades sobresalientes estén disponibles en la temporada de siembra, con la calidad que el agricultor requiere. Por ello es importante la producción de semilla en las categorías original y básica, pues permite establecer una relación continua entre el fitomejoramiento y la producción de semillas, en un proceso en el que los agricultores aprovechen los beneficios económicos que implica la producción, distribución y venta de semilla certificada de alta calidad, a través de organizaciones locales dedicadas a la producción de semillas. Por lo antes mencionado, el objetivo del presente proyecto fue contribuir a la conservación, bajo el enfoque del agroecosistema, de poblaciones de maíz de las razas chalqueño y cacahuacintle y de la subraza elotes chalqueños.

Materiales y métodos

Pago por servicios de conservación

Se trabajó con nueve agricultores custodios quienes cultivan poblaciones representativas, de las cuales, cuatro corresponden a la raza chalqueño, una a la raza cacahuacintle y cuatro a la subraza elotes chalqueños. Cada población fue sembrada en una superficie de 1 ha y se apoyó al agricultor con los gastos de producción, a cambio este se comprometió a entregar 200 kg de semilla de cada población al finalizar la cosecha. Por otro lado, en la localidad de San Pedro Tlaltenango, en el municipio de Tlaltelnango,

debido al interés de los agricultores en el rendimiento y el tipo de grano de la subraza elotes chalqueños, se cultivó 1 ha con una de estas poblaciones, cuya principal característica es su color rojo. Posteriormente, en una visita realizada a esta parcela, se les explicó a los agricultores la importancia de conservar a los maíces criollos.

Como parte de esta actividad se aplicaron encuestas a ocho de los nueve custodios, con la finalidad de conocer el proceso de producción de los cultivos que se manejan dentro del agroecosistema. Con la información recabada mediante estas encuestas se elaboraron las fichas técnicas de los cultivos de alfalfa, calabaza, frijol, haba y maíz. Finalmente en el estado de Puebla, en el año 2012, se realizaron dos talleres acerca de la diversidad genética, el fitomejoramiento participativo, la selección de variedades y la importancia de la conservación del germoplasma a nivel comunidad. El día 20 de octubre, en Ciudad Serdán, se efectuó el curso-taller dirigido a agricultores y el día 26 de octubre, en Huejotzingo, tuvo lugar el curso-taller enfocado a técnicos, por esta razón se elaboraron trípticos y folletos respecto a los temas tratados.

Agroecosistema milpa

En la localidad de San Lorenzo Chiautzingo, en el municipio de Chiautzingo, se cultivó un lote experimental de acuerdo con el agroecosistema milpa, en las modalidades asociada y unicultivo, bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, en el que se sembraron algunas especies frutales perennes, como durazno y manzano, intercaladas con especies anuales de maíz, frijol y calabaza, considerando dos variedades distintas de cada una. La fecha de siembra fue el 1 de mayo del año 2012. La unidad experimental consistió en un surco de 6 m de largo y se estableció a 85 cm de distancia con respecto a otros surcos. Cabe mencionar que aún se están procesando los datos obtenidos a partir del registro de las variables, para estimar el rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados.

Producción de semilla

El día 12 de abril del año 2012, en la comunidad de Santa María Zacatepec, municipio de Juan

C. Bonilla, se cultivó un lote de polinización controlada para aumentar la cantidad de semilla original concerniente a cinco poblaciones sobresalientes de maíz de la raza cacahuacintle. Cabe señalar que dichas poblaciones se encuentran en proceso de registro ante el SNICS y que se atendieron las observaciones respectivas. Por otra parte, el día 17 de mayo del mismo año, en San Lorenzo Chiautzingo, en el municipio de Chiautzingo, se estableció un lote de incremento de semilla de variedades sobresalientes.

Otras actividades

Durante el año 2012, como parte de las actividades del proyecto, los días 26 y 27 de julio se asistió a la Primer Reunión de la Red Maíz, correspondiente al ejercicio fiscal 2011, efectuada en las instalaciones del Colegio de Postgraduados (COLPOS), campus Puebla. Asimismo, del 3 al 5 de octubre se participó en el Congreso Nacional de Genética, organizado por la Sociedad Mexicana de Genética (SMG), en Mazatlán, Sinaloa. Por otra parte, el día 24 de octubre se impartió en Tlapa de Comonfort, Guerrero, durante la Tercer Feria Regional de Maíces Criollos, la conferencia titulada: «Importancia del sistema milpa», presentada en el marco de la Semana Nacional por la Conservación 2012, organizada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Dicha conferencia se realizó en atención a la solicitud hecha por la CONANP, específicamente la Región Prioritaria de Conservación Montaña, en coordinación con la Unión de Ejidos y Comunidades de la Montaña de Guerrero con Áreas Protegidas Agrupadas en una Coordinadora de R. L. Finalmente, los días 7 y 8 de septiembre del año 2014, se acudió a Xochitla, Estado de México, a la Primer Feria de Agrodiversidad y de Agroproductos, organizada por el SNICS y el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI).

Productos entregables e indicadores de impacto

Como parte del presente proyecto, cada custodio cultivó 1 ha para obtener 200 kg de semilla. En este sentido, se sembraron 4 ha de la raza chalqueño,

1 ha de la raza cacahuacintle y 4 ha de la subraza elotes chalqueños. Es importante mencionar que se obtuvieron aproximadamente 5 kg de semilla sobresaliente de la población cultivada de la raza cacahuacintle. De cada cultivo asociado con el maíz o de cada unicultivo (alfalfa, calabaza, frijol, haba o maíz), se obtuvo 1 kg de semilla. Con base en estos resultados se elaboraron las fichas técnicas respectivas. Además se impartieron cursos-talleres para capacitar a agricultores y a técnicos, para lo que se elaboraron folletos técnicos y trípticos. Asimismo se participó en eventos científicos en los que se trataron temas relacionados con el proyecto. En uno de los eventos mencionados se expuso la conferencia: «La importancia del sistema milpa».

Resultados y discusión

Pago por servicios de conservación

Los lotes de conservación se sembraron de acuerdo con la técnica tradicional. En el Cuadro 1 se presenta la información correspondiente a la ubicación de los cultivos, los nombres de los custodios y el nombre de la raza cultivada. Resalta el hecho de que solo uno de los nueve custodios suele cultivar de acuerdo con la asociación maíz-frijol-calabaza. El principal argumento de algunos custodios para no practicar este sistema es la dificultad que representa en cuanto al control de la maleza y la cosecha, ya que deben realizarse de forma manual, lo que implica un incremento en cuanto a los costos de producción, ante la necesidad de contratar mano de obra. De los ocho custodios restantes, cinco comentaron que no siembran otra especie, ni asociada ni sola, dedicándose exclusivamente a la siembra del maíz. Los otros tres custodios cultivan otras especies en diferentes predios bajo el sistema unicultivo. En muchas ocasiones las alternan con el cultivo de maíz para mejorar el rendimiento de las especies involucradas en la rotación.

Cuadro1. Ubicación de los lotes experimentales y nombre de los custodios y de las razas cultivadas durante el ciclo primavera-verano 2012.

Municipio	Localidad	Custodio	Raza o subraza
Acajete	Nuestra Señora del Monte	Adriana Varona Sánchez	chalqueño
Tlachichuca	Tlachichuca	Silvio Trinidad Espinoza Lozano	chalqueño
Tlachichuca	José María Morelos	Adolfo Aristeo Juárez Tadeo	chalqueño

Cuadro1. Ubicación de los lotes experimentales y nombre de los custodios y de las razas cultivadas durante el ciclo primavera-verano 2012 (continuación).

Municipio	Localidad	Custodio	Raza o subraza
Tlachichuca	San Francisco Independencia	Fernando Ramírez de Ramón	chalqueño
Tlahuapan	San Rafael Ixtapalucan	Nicolás Ríos Aguilar	elotes chalqueños
Tlahuapan	San Rafael Ixtapalucan	Arcadio Suárez Osorio	elotes chalqueños
Juan C. Bonilla	Santa María Zacatepec	Fernando Cuenca Flores	elotes chalqueños
Puebla	La Resurrección	Diego Andrés Calvario Juárez	elotes chalqueños
Chalchicomula de Sesma	San Francisco Cuautlancingo	José Lucio Arturo Vázquez Rivera	cacahuacintle

Se recuperó aproximadamente 1 kg de semilla de algunos cultivos como calabaza, frijol y haba. Esto fue elemental, pues en el caso de la alfalfa los agricultores usualmente adquieren la semilla en casas comerciales. El inicio del temporal en el año 2012 fue errático, por lo que algunas fechas de siembra se retrasaron. Aunado a esto, los días 26 y 27 de abril y los días 30 y 31 de mayo las temperaturas descendieron considerablemente, lo que ocasionó daños por heladas en algunas parcelas cultivadas. Al concluir el presente informe, correspondiente al ejercicio fiscal 2012, se había agotado el maíz en todas las parcelas establecidas.

Para que los agricultores se involucren en la conservación de las razas y subrazas de maíz, debe implementarse una estrategia que incluya la capacitación continua de los custodios, la cual consiste en dar a conocer la importancia de la diversidad, técnicas de fitomejoramiento participativo, técnicas de producción y conservación de semilla de buena calidad, instrucciones para acceder a fuentes de financiamiento para proyectos productivos y procesos de conformación de organizaciones campesinas. Además es necesaria la elaboración de una propuesta para concientizar al agricultor respecto al valor de las poblaciones representativas de las diferentes razas de maíz, de manera que perciba en la siembra y cultivo de la especie, el potencial para obtener un recurso económico adicional a sus fuentes de ingreso al transformar su producción por medio del agroecosistema milpa. De esta forma los agricultores pueden convertirse en gestores de la preservación de la diversidad que existe en los diferentes microambientes, microrregiones o nichos ecológicos de México, mediante la transferencia generacional del proceso de selección.

En el caso del lote establecido en la localidad de San Pedro Tlaltenango, Puebla, el agricultor formó parte de un proyecto de producción de maíz de alto rendimiento mediante el uso de alta tecnología e insumos, como fertilizantes químicos y orgánicos, para la siembra de híbridos, semillas mejoradas y variedades criollas. Este proyecto fue implementado por el ayuntamiento municipal de Tlaltenango y por el COLPOS, campus Puebla, y su principal objetivo consistió en demostrar el potencial de rendimiento de algunas regiones temporeras del estado.

En este aspecto, es importante mencionar que el mejoramiento genético puede formar parte de la conservación de una raza de maíz, pues al conocer las ventajas de una variedad, esta será reproducida por un mayor número de agricultores en diferentes regiones, por lo tanto el acervo genético de dicha variedad no solo será conservado, sino que puede convertirse en la base para generar variantes adaptadas a nuevos microambientes. En el recorrido de campo que se realizó el día 24 de agosto participaron agricultores, técnicos, estudiantes y autoridades locales, a quienes se les dieron a conocer las ventajas que ofrece la población de la subraza elotes chalqueños, la cual puede ser consumida como elote o empleada para la elaboración de harina y pinole. Cabe señalar que fue sobresaliente el rendimiento de la población de maíz rojo, el cual es representativo de la subraza elotes chalqueños, ya que se obtuvieron 6 t ha^{-1} del lote cultivado bajo condiciones de temporal (Figura 1).



Figura 1. Mazorcas de la población representativa de la subraza elotes chalqueños y recorrido de campo en la localidad de San Pedro Tlaltenango, Puebla.

En cuanto a la descripción de los cultivos asociados o de los unicultivos del agroecosistema, administrado por los agricultores, se elaboraron fichas técnicas relacionadas con el cultivo de alfalfa, calabaza, frijol, haba y maíz, debido a que la mayoría de los campesinos cultiva en pequeños predios especies básicas para la alimentación de la unidad de producción a lo largo del año. En estos cultivos se siembran especies útiles para consumo humano y para la alimentación de animales de tiro, bovinos, ovinos, caprinos y aves de corral. El manejo de diversos cultivos promueve la sostenibilidad de la unidad de producción, debido a que le permite lograr la seguridad alimentaria. Por último, cabe mencionar que los días 20 y 26 de octubre del año 2012, se llevaron a cabo cursos-talleres, a los cuales asistieron 20 agricultores y 34 técnicos, estos últimos adscritos a agencias de desarrollo, instituciones educativas o instituciones gubernamentales.

Agroecosistema milpa

Con la finalidad de estimar los rendimientos de los diferentes tratamientos evaluados, se llevó a cabo la cosecha respectiva dentro de los lotes experimentales establecidos bajo el sistema milpa, intercalado con árboles frutales, y posteriormente se continuó con la captura de datos a partir de las muestras recolectadas. El sistema de asociación de cultivos permitió la obtención de diversos productos básicos para la alimentación de los agricultores y de sus familias, lo cual fue posible a lo largo del ciclo de cultivo de cada una de las especies involucradas. Por ejemplo, en la etapa de desarrollo vegetativo de las especies, crecieron distintos tipos de quelites y verdolagas, los cuales son consumidos comúnmente en toda la zona; a pesar de que en otras áreas de la república mexicana son considerados como maleza. Asimismo, se obtuvieron otros productos, como elotes; flores de calabaza, las cuales son aprovechadas como verdura; y ejotes, es decir frutos inmaduros del frijol.

Al final del ciclo de cultivo se cosecharon los productos tradicionales y básicos en la dieta de las familias campesinas y del ganado, tales como el grano y el rastrojo del maíz; el grano del frijol; y los frutos y las semillas de la calabaza. Es importante destacar que las calabazas pueden ser comercializadas a un precio atractivo en el mercado, por lo que su venta

representa un ingreso adicional para la unidad de producción. Con base en la información referida, se puede afirmar que con los productos cosechados, el agricultor asegura el abastecimiento de los alimentos que consume durante un año.

Producción de semillas

De cada una de las poblaciones cultivadas se obtuvieron aproximadamente 5 kg de semilla, que al repartirse entre los agricultores permitirá el incremento de la cantidad de semilla original. En el lote de incremento establecido en San Lorenzo Chiautzin-go, se obtuvieron cerca de 100 kg de semilla a partir de tres variedades de polinización libre. En este sentido, se planeó la distribución de esta semilla entre los agricultores de la zona, quienes llevarán a cabo la siembra en parcelas demostrativas durante el ciclo primavera-verano 2013, para realizar posteriormente la descripción varietal de las mismas. Por último es fundamental mencionar que las variedades cultivadas esperan registrarse en el CNVV.

Otras actividades

En la Primer Feria de Agrodiversidad y de Agro-productos se presentó un cartel con información relativa al lote experimental cultivado bajo el agroecosistema milpa. Asimismo se expuso un póster en el Congreso Nacional de Genética, en el que se consideró la creación de una base genética para el desarrollo de un programa de fitomejoramiento *in situ*, llevado a cabo en los valles altos del estado de Puebla. Por último, en la Tercer Feria Regional de Maíces Criollos, se impartió la conferencia titulada: “La milpa: conocimiento ancestral, valor actual y potencial”, cuya audiencia abarcó a agricultores, técnicos, autoridades y público en general.

Conclusiones

Se cumplió con el objetivo del proyecto y con las metas establecidas, aunque todavía queda pendiente la entrega de la semilla comprometida por parte de los agricultores custodios. También se ha avanzado en el proceso de generación de información relacionada con la conservación *in situ* y el aprovechamiento de la diversidad de maíz a nivel local; no obstante, existen pocos agricultores custodios que

participan activamente en el proyecto. Finalmente, en diferentes foros se han dado a conocer los avances alcanzados al momento de la realización del presente informe.

Bibliografía

- Ashwell, A. 2008. Campesinos, la milpa y el maíz. Elementos: Ciencia y cultura. 15 (71):19-23.
- Buenrostro, M. 2009. Las bondades de la milpa. Ciencias. 92 (92): 30-32.
- Jiménez-Osornio, J. J., M. del R. Ruenes M. y A. Aké G. 2004. Mayan Home Gardens: Sites for *In Situ* Conservation of Agricultural Diversity. In: Jarvis, D. I., R. Sevilla-Panizo, J. L. Chávez-Servia and T. Hodgkin (eds.). Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. pp. 9-15.
- López P., A., H. López S. y A. Muñoz O. 1998. Selección de maíces criollos en nichos ecológicos del estado de Puebla. In: Ramírez V., P., 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.
- Muñoz O., A. 2005. Centli-maíz: prehistoria e historia, diversidad, potencial, origen genético y geográfico. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 210 p.
- SIAP. 2010. Producción agrícola: cíclicos y perennes 2010, modalidad: riego más temporal. Resumen. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado>. Consultado el día 23 de octubre del año 2012.

Manejo sustentable del agroecosistema en Oaxaca

Flavio Aragón Cuevas¹

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Correo electrónico: aragon.flavio@inifap.gob.mx

Resumen

Con la finalidad de conservar *in situ* y mejorar participativamente a las principales razas de maíz nativas de Oaxaca, así como los cultivos asociados al sistema milpa, se implementó el presente proyecto en diferentes regiones climáticas del estado. La estrategia para impulsar la conservación se puso en práctica mediante el otorgamiento de incentivos a agricultores que conservan razas de maíz en riesgo de pérdida, con alto valor genético, y a los cuales se les otorga usos especiales o presentan potencial a futuro. También se impulsó la conservación de los frijoles nativos, calabazas y quelites. Asimismo, se implementó un componente importante dentro del proyecto, el cual consiste en la capacitación dirigida a fortalecer las capacidades de los productores en el aspecto de la conservación y el mejoramiento del sistema milpa. El proyecto se desarrolló del 1 de enero al 30 de septiembre del año 2012.

Introducción

Las variedades locales están altamente adaptadas a las condiciones de producción regional, además de que constituyen el principal componente de la seguridad alimentaria de la familia. La conservación *in situ* de las razas locales de maíz requiere de un estudio apropiado de la diversidad intrarracial y de una estrategia de mejoramiento para tener mayor productividad, al mismo tiempo que se conserve la diversidad que poseen los productores (Brush, 1999; Eyzaguirre y Iwuanaga, 1996; Sperling *et al.*, 2001). Toda la riqueza genética que tiene el estado de Oaxaca debe conservarse, mejorarse y aprovecharse en forma sustentable para asegurar la alimentación de las generaciones futuras. Por ello se requiere elaborar una estrategia conjunta entre científicos, productores, autoridades municipales, organizaciones no gubernamentales, gobierno estatal y gobierno federal para estimular la siembra y uso de semillas criollas.

En cuanto a la conservación de especies cultivadas, se estima que la unidad de conservación es la parcela, la comunidad o incluso la región agrícola. El agroecosistema debe ser considerado en su totalidad, siendo el agricultor una parte vital del mismo, sin el cual no es posible la realización de cualquier propuesta de conservación *in situ*, dado que es el responsable de generar y mantener la diversidad agrícola

(Qualset *et al.*, 1997). El papel de la mujer en la selección y conservación de las variedades locales es relevante en las comunidades indígenas y campesinas de Oaxaca, por lo que representa un elemento muy importante que debe tomarse en cuenta al implementar proyectos de conservación *in situ*. Después de dos años de trabajar con los custodios de las razas de maíz de Oaxaca, se propone realizar un trabajo más integral en relación a la conservación, ya que el maíz en las comunidades tradicionales se cultiva dentro de un sistema que involucra otras especies como el frijol, las calabazas y los quelites.

Materiales y métodos

Como parte de las labores programadas para la realización del proyecto *Manejo sustentable del agroecosistema en Oaxaca*, se realizaron diversas actividades, entre las que se menciona el otorgamiento de incentivos para llevar a cabo la conservación de la milpa en función de las necesidades de los productores custodios de las diferentes regiones del estado. Entre los incentivos que se entregaron se pueden mencionar herramientas para siembra, cultivo y cosecha; insumos químicos, como fertilizantes, herbicidas e insecticidas; insumos orgánicos; y silos metálicos para el almacenamiento de las semillas.

Se llevó a cabo el seguimiento correspondiente a las parcelas de maíz y los cultivos asociados. Durante el ciclo de cultivo se visitaron las parcelas de la milpa de los custodios para verificar su establecimiento, desarrollo y necesidades de insumos. Se realizó la respectiva colecta de la diversidad para obtener semillas de maíz, frijol y calabaza, por lo que se visitó a cada custodio en sus comunidades y se les indicó que deberían otorgar sus semillas en las reuniones de capacitación o en ferias de semillas. Se colectaron 3 kg de semilla de maíz de cada variedad, 1 kg de frijol y 0.5 kg de semilla de calabaza.

Se elaboraron las fichas de los custodios y de los cultivos para tener la información escrita y fotográfica de cada uno. Se registraron los datos generales del agricultor: nombre, edad, grupo indígena, dirección, cultivos que maneja; y se tomaron fotografías de los cultivos y de sus características generales. En cuanto a las características de los cultivos bajo custodia, cada material fue identificado por su raza o especie; asimismo se tomaron datos de las dimensiones de la semilla y fotografías de cada colecta.

Respecto a la capacitación, se impartió un curso taller para todos los custodios con lo cual se fortalecieron sus capacidades. La temática abordada fue sobre la selección y conservación de semillas, el manejo de abonos orgánicos y las prácticas agronómicas sustentables para la producción de la milpa. De igual modo se participó en la Feria de la Agrobiodiversidad y Agroproductos, organizada por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Por otra parte, se elaboró el paquete tecnológico para la producción sustentable de la milpa, diseñado de acuerdo a las condiciones de suelo y clima, con la finalidad de que los custodios mejoren la producción.

Resultados y discusión

Con base en los productos comprometidos en el proyecto, a continuación se describen los resultados obtenidos. Fueron otorgados insumos orgánicos y sintéticos para la producción sustentable de la milpa en el ciclo primavera-verano del año 2012, además de un silo metálico para la conservación de granos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Paquete de insumos entregado a custodios.

Mejorador de Suelo	Fertilizante	Biofertilizante	Herbicida	Insecticida
2 litros de HYTa	2 bultos de DAP (18-46-00)	1 kg Micorrizas	2 litros de Hierbamina	1 frasco de Palgus
2 litros de HYTB Maya	2 bultos de UREA (46-00-00)	2 litros de Diablotat	2 litros de Gramoxone 2 litros de	1 frasco de Denim
Defensa Magic				

Producto de la cosecha primavera-verano del año 2012, se colectaron semillas de los cultivos de maíz, frijol y calabaza. Con la impartición del curso de capacitación, los agricultores custodios mejoraron su sistema de producción, adecuando densidades de siembras, arreglos topológicos y establecimiento de curvas de nivel, entre otras actividades. Además se realizaron encuestas a todos los agricultores para la elaboración de fichas técnicas del agricultor y de sus cultivos.

Los custodios de Oaxaca participaron en la Primer Feria de Agrobiodiversidad y Agroproductos, celebrada en Tepetzotlán, Estado de México, en donde obtuvieron el primer lugar en la categoría *estándar de diversidad y productos*. Debido a las diferentes condiciones topográficas que presenta el estado de Oaxaca, se planteó un paquete tecnológico, el cual contiene principios básicos para llevar a cabo una producción sustentable en el sistema milpa.

Productos entregables e indicadores de impacto

Como parte de los productos entregables se realizaron 45 fichas de agricultores custodios, 59 de maíz, 17 de frijol y 12 de calabaza. Se elaboró un paquete tecnológico con base en las condiciones ambientales y topográficas existentes en el estado de Oaxaca. Se tienen bajo resguardo 12 razas de maíz, tres especies de frijol y cuatro especies de calabaza. Se impartió un curso de capacitación sobre el manejo sustentable de la milpa, al cual asistieron 40 custodios provenientes de las ocho regiones del estado. Por cada custodio se otorgaron paquetes de insumos para la producción del ciclo primavera-verano del año 2012. Como actividades adicionales, 50 custodios participaron en la primera feria de la agrobiodiversidad celebrada en Tepetzotlán, Estado de México.

Conclusiones

Los agricultores custodios siguen conservando los cultivos existentes en el sistema milpa gracias a la concientización, la asesoría y el acompañamiento técnico. Con el otorgamiento y uso de los silos metálicos, cada ciclo agrícola los agricultores tienen la posibilidad de resguardar su semilla para garantizar la existencia de los materiales nativos. Con la implementación de las técnicas sustentables impartidas en los cursos de capacitación y de los insumos otorgados, los agricultores custodios han aumentado su producción de maíz de 200 a 800 kg/ha⁻¹.

Bibliografía

- Brush, S. B. 1999. The Issues of *In Situ* Conservation of Crop Genetic Resources. *In*: Brush, S. B. (ed.) Genes in the field, On farm conservation of crop diversity. Lewis publisher, Boca Raton, USA. pp. 3-26.
- Ezaguirre, P. y M. Iwanaga. 1996. Farmer's Contribution to Maintaining Genetic Diversity in Crops, and its Role Within the Total Genetic Resources System. *In*: Ezaguirre and M. Iwanaga (ed.) Participatory Plant Breeding. IPGRI, Rome. pp. 9-18.
- Prance, G. T. 1997. The Conservation of Botanical Diversity. *In*: Maxted, N., Ford-Lloyd, B. V. and J. G. Hawkes. Plant Genetic Conservation. The *In Situ* Approach. Chapman and May. pp. 3-14.
- Spellerberg, I. F. y Hardes, S. R. 1992. Biological Conservation. Cambridge University Press.
- Sperling, L., J. Ashby, E. Weltzien, M. Smith y S. McGuire. 2001. Base Broadening for Client Oriented Impact: Insights Drawn from Participatory Plant Breeding Field Experience. *In*: H. D. Cooper, C. Spillane and T. Hodgking (eds.) Broadening the genetics base of crop production. CAB International, Wallingford, UK. pp. 419-438.

Conservación y selección participativa en poblaciones nativas de maíz del sureste de Coahuila

Froylán Rincón Sánchez¹, Norma Angélica Ruiz Torres², Ricardo Cuellar Flores³ y Huberto Sandoval Rodas⁴.

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Departamento de Fitomejoramiento. Correo electrónico: frincon@uaan.mx. ²UAAAN. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. Correo electrónico: nrui@uaan.mx. ³UAAAN. Dirección de Investigación. Correo electrónico: rcueflo@uaan.mx. ⁴UAAAN. Departamento de Fitomejoramiento. Correo electrónico: huberto_85@hotmail.com.

Resumen

En el sureste del estado de Coahuila se siembran en promedio 28 000 ha (84.1 % del total estatal), de las cuales el 96.7 % se establecen bajo condiciones de temporal o de secano. Las siembras se realizan principalmente con poblaciones nativas o criollas, las cuales son desarrolladas y mantenidas por los agricultores a través de la selección de mazorcas en masa. La diversidad del maíz se encuentra representada por siete grupos raciales: Celaya, cónico norteño, elotes cónicos, olotillo, ratón, tuxpeño y tuxpeño norteño. Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron los siguientes: aplicar esquemas de conservación y de selección participativa en 10 poblaciones nativas de maíz del sureste de Coahuila; determinar la eficiencia del primer ciclo de selección participativa a partir de ensayos uniformes; y crear el compromiso con nueve productores para establecer lotes de producción de semilla, como estrategia para efectuar la conservación y la selección participativa de nueve poblaciones de seis razas de maíz. Asimismo se realizó la evaluación agronómica de 12 combinaciones de tratamientos: seis poblaciones \times dos métodos de producción (surcos hembra y surcos macho), en dos localidades contrastantes y representativas del sureste de Coahuila. Se obtuvieron los datos de los días a floración masculina; altura de planta; mala cobertura y pudrición de mazorca; y prolificidad y rendimiento de grano. Las siembras de los lotes de producción de semilla de maíz de los productores cooperantes se realizaron bajo condiciones de temporal, excepto en un caso, en donde se cuenta con riego de auxilio. Las condiciones de sequía que se han presentado en los últimos dos años en la zona de estudio, han afectado las siembras y el establecimiento y desarrollo del cultivo, e incluso en algunos casos, lo anterior ha llevado a la pérdida del material genético. Los resultados de la evaluación agronómica no detectaron diferencias estadísticas entre los métodos de producción en todos los caracteres estudiados, debido en parte, a una amplia variación en los sistemas de producción, así como al establecimiento y manejo del cultivo, lo cual pudiera no permitir la expresión de los efectos de la metodología aplicada.

Introducción

En los municipios de Arteaga, General Cepeda, Parras, Ramos Arizpe y Saltillo, en el sureste del estado de Coahuila, se siembran en promedio 28 000 ha (84.1 % del total estatal), de las cuales el 96.7 % se realizan bajo condiciones de temporal o de secano, con un rendimiento promedio de 0.68 t/ha⁻¹ (SIAP, 2010). Las siembras se realizan principalmente con poblaciones nativas o criollas, las cuales son desarrolladas y mantenidas por los agricultores a través de la selección de mazorcas en masa.

En el estado de Coahuila, la diversidad del maíz se encuentra representada por siete grupos raciales: Celaya, cónico norteño, elotes cónicos, olotillo, ratón, tuxpeño y tuxpeño norteño, de estos, la mayoría se encuentra distribuido en el sureste del estado, principalmente las razas cónico norteño, ratón y tuxpeño norteño (Rincón *et al.*, 2010). El mantenimiento y la selección de poblaciones de maíz como estrategia para efectuar su conservación *in situ*, puede ser más eficiente incorporando esquemas de

producción de semilla al sistema de selección en masa utilizado por los agricultores (Macchi *et al.*, 2010). De esta manera se promueve la conservación de la diversidad genética de las poblaciones y al mismo tiempo se realiza la selección que permite obtener una respuesta más eficiente. Los sistemas agrícolas tradicionales son fundamentales para realizar la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos, debido a que se mantienen las especies cultivadas en los campos de los agricultores, utilizando sus propios métodos y criterios de selección, es decir, se permite la continuidad de los procesos de adaptación y de evolución de las plantas cultivadas y se asegura la generación de nuevas combinaciones genéticas a través del tiempo (Jarvis *et al.*, 2000).

En variedades mejoradas de maíz, el mantenimiento y la producción de semilla se realiza con métodos de desespigamiento, en siembras con surcos hembra alternados con surcos macho (CIMMYT, 1999). Dichas variedades también han sido analizadas en esquemas de producción de semilla, como estrategia de selección y mantenimiento de poblaciones de maíz (Rincón y Ruiz, 2004). La selección masal en poblaciones obtenidas a través de esquemas de producción de semillas (surcos hembra y surcos macho) permite mantener las características de la población e incrementar la media del rendimiento de grano en maíz en un 7.8 % en surcos con desespigamiento, en comparación con surcos con plantas completas y de polinización libre (Macchi *et al.*, 2010). Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron: aplicar esquemas de conservación y de selección participativa en 10 poblaciones nativas de maíz del sureste de Coahuila y determinar la eficiencia del primer ciclo de selección participativa a partir de ensayos uniformes.

Materiales y métodos

Conservación y selección participativa

Las actividades de conservación de la diversidad del maíz en el sureste de Coahuila, como parte de la estrategia de conservación impulsada por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), continuaron durante el periodo 2011-2012. Se fijó el compromiso con nueve productores para establecer lotes de

producción de semilla como estrategia para la conservación y la selección participativa de nueve poblaciones de seis razas de maíz: Celaya, cónico norteño, elotes cónicos, elotes occidentales, ratón y tuxpeño norteño, adaptadas en tres municipios del sureste de Coahuila: Arteaga, General Cepeda y Saltillo.

Del total del área de siembra del agricultor, aproximadamente un cuarto de hectárea se definió como lote para la producción de semilla, utilizando surcos hembra (desespigados) y surcos macho (planta normal) alternados en proporción de 4:2. A cada productor se le otorgó capacitación para realizar la práctica de desespigamiento; la selección en planta dentro de surcos hembra; y la selección de la mazorca a la cosecha.

A los productores participantes se les proporcionó apoyo en el establecimiento del cultivo en el lote para la producción de semilla, a través de las actividades de barbecho, rastreo y siembra, así como asistencia técnica por medio de visitas durante el desarrollo del mismo. Además durante el seguimiento en el desarrollo del cultivo en campo se obtuvo información para realizar las fichas de productores y de las razas en custodia.

Análisis de la selección participativa

En el año 2010 se establecieron experimentos con agricultores del sureste de Coahuila, con poblaciones representativas de cinco razas: Celaya, cónico norteño, elotes occidentales, ratón y tuxpeño norteño. Las poblaciones \times sitios de producción de semilla seleccionados (surcos hembra y surcos macho alternados), representan la variación en los sistemas de producción y de las condiciones ambientales, por lo tanto de la diversidad de los tipos de maíces. Al final del ciclo de cultivo se obtuvieron muestras de semilla, provenientes de los surcos hembra y surcos macho, de seis lotes de producción en las localidades de *Nuncio 1*, *Nuncio 2* y Chapultepec, en el municipio de Arteaga; del ejido El Salitre y de la localidad Jagüey de Ferniza, ubicados en el municipio de Saltillo; y de la localidad El Gavillero, ubicada en el municipio de General Cepeda.

Las combinaciones de tratamientos (seis poblaciones \times dos métodos de producción), bajo condiciones de riego, fueron evaluadas en dos localidades: El

Mezquite, ubicada en el municipio de Galeana, Nuevo León, a una altura de 1 850 msnm, y en General Cepeda, ubicada en el estado de Coahuila, a una altura de 1 350 msnm. Los experimentos fueron establecidos en un diseño de bloques completos con arreglo de tratamientos factorial 6×2 (poblaciones \times métodos de producción). La unidad experimental estuvo constituida por dos surcos de cuatro metros y cuatro repeticiones, por localidad. Se obtuvo información de los días a floración masculina (d); altura de planta (cm); mala cobertura y pudrición de mazorca (%); y prolificidad y rendimiento de grano (tha^{-1}).

Resultados y discusión

Conservación y selección participativa

Las siembras de los lotes de producción de semilla de maíz de los productores cooperantes se realizaron bajo condiciones de temporal, excepto en un caso, donde se cuenta con riego de auxilio. La Figura 1 muestra la distribución de los predios y los grupos raciales incluidos en el proyecto durante el periodo 2011-2012.

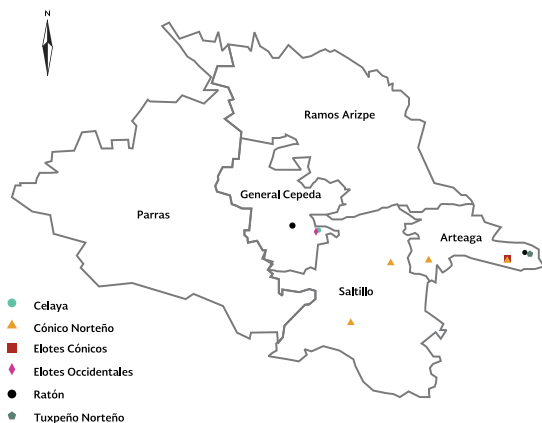


Figura 1. Distribución de los grupos raciales en el sureste de Coahuila, respecto a la conservación y selección participativa de poblaciones de maíz.

Las condiciones de sequía que se han presentado en los últimos dos años en la región de estudio han afectado el establecimiento y el desarrollo del cultivo, lo cual en algunos casos ha llevado a la pérdida del material genético. Durante el ciclo agrícola 2012 se lograron establecer los cultivos; sin embargo, debido a la ausencia de lluvias después de la siembra, en algunos casos no

se obtuvo producción, como sucedió en las localidades de Nuncio y de Chapultepec, en el municipio de Arteaga, en el estado de Coahuila (Figura 2).

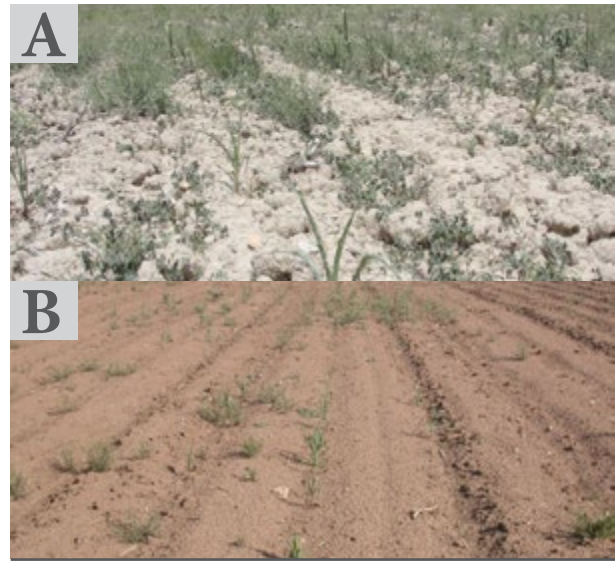


Figura 2. Efecto de sequía durante el desarrollo del cultivo. A) Lote de producción en la localidad de Nuncio, municipio de Arteaga, Coahuila; B) Lote de producción en la localidad de Chapultepec, municipio de Arteaga, Coahuila.

Durante el año 2012 las condiciones ambientales no permitieron un buen establecimiento del cultivo en la mayoría de los lotes de producción. Lo anterior dificultó la aplicación de la metodología de manejo y de selección, por lo que la expectativa de los productores fue por lo menos recuperar la semilla y la producción de forraje. En el sureste de Coahuila, las siembras de maíz de temporal o de secano se realizan para la producción de grano y forraje (Aguirre *et al.*, 2011).

Análisis de la selección participativa

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias ($P \leq 0.01$) entre poblaciones (sitio \times población adaptada), en todos los caracteres estudiados, lo cual es perceptible ya que representan a grupos raciales diferentes, así como las condiciones de adaptación y el manejo del cultivo. Sin embargo, en el caso de los métodos de producción, correspondiente a la semilla de surcos hembra y macho, respectivamente, no se presentaron diferencias estadísticas. Lo anterior contrasta con los estudios realizados bajo condiciones controladas de manejo y de selección (Macchi *et al.*, 2010). Al respecto hay razones que explican

los resultados obtenidos, los cuales se deben a una amplia variación en los sistemas de producción entre sitios y las variaciones en el establecimiento y el manejo del cultivo, entre otros factores. Lo señalado anteriormente pudiera no permitir la expresión de los efectos de la metodología. Durante el desarrollo del cultivo se pudieron constatar algunas fallas en la práctica del desespigamiento, la cual no se realizó en su momento y podría haber incidido en los resultados.

La experiencia del trabajo en las localidades de estudio, durante los dos últimos años, demuestra que los agricultores realizan actividades adicionales, lo cual dificulta en algunos casos la realización a tiempo de las prácticas culturales. Las actividades de desespigamiento manual así como de selección de plantas en campo son fundamentales y deben realizarse por lo menos cada tercer día durante el periodo de floración. Debido a que en la zona de estudio son variables las condiciones climáticas, socioeconómicas, de las unidades de producción y de los cultivos, los productores se dedican a otras actividades como la ganadería, la participación en programas públicos como fuente de ingresos o bien realizan actividades como asalariados (Aguirre *et al.*, 2011).

El análisis comparativo de los dos sistemas de producción, semilla de surcos hembra (H) y surcos macho (M), para el rendimiento de grano en la localidad de General Cepeda, Coahuila, se presenta en la Figura 3.

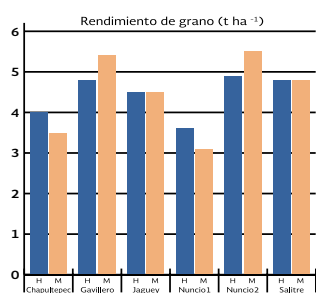


Figura 3. Análisis comparativo de los métodos de producción (H y M) en seis poblaciones de maíz, evaluadas en el año 2011 en General Cepeda, Coahuila.

Anteriormente se mencionó que no hubo diferencias significativas entre los métodos de producción (H y M). No obstante, las tendencias en los valores medios de los sitios de producción indican que en el caso de los productores de las localidades de

Chapultepec, Jagüey y *Nuncio 1*, pudo haberse realizado un buen trabajo de campo en el manejo del cultivo, ya que esta es la respuesta esperada (Macchi *et al.*, 2010). Sin embargo, en las localidades de Gavillero, *Nuncio 2* y Salitre, la respuesta comparativa entre los métodos de producción es similar u opuesta a lo esperado.

Bibliografía

- Aguirre M., V. J., F. Rincón S., R. Ramírez S., O. G. Colón A. y M. G. Razo M. 2011. Modelo para la conservación de maíces criollos en el sureste de Coahuila, México. Vicente Javier Aguirre Moreno. Saltillo Coahuila, México. 61 p.
- CIMMYT. 1999. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. 2.^a Ed. CIMMYT. México, D. F. 11 p.
- Jarvis, D. I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A. H. D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit y T. Hodgkin (eds.). 2000. Guía de Capacitación para la conservación *in situ* en fincas. Versión 1. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. pp. 2-11.
- Macchi L., G., F. Rincón S., N. A. Ruiz T. y F. Castillo G. 2010. Selección y mantenimiento de poblaciones. Una perspectiva para la conservación *in situ* de la diversidad genética del maíz. Revista Fitotecnia México. 33(4): 43-47.
- Rincón S., F., F. Castillo G. y N. A. Ruiz T. 2010. Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. SOMEFI. Chapingo, México. 116 p.
- Rincón S., F. y N. A. Ruiz T. 2004. Comparación de estrategias de selección y manejo aplicadas a una población criolla de maíz. Revista Fitotecnia México. 27(núm. especial): 33 - 37.
- SIAP. 2010. Producción Agrícola Anual (1994-2008). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en línea: <http://www.siap.gob.mx>.

Conservación *in situ* de maíces criollos bajo el sistema milpa en el estado de Morelos

Ignacio Hernández Márquez¹ y Donaciano Rojas Rojas².

¹Jefe de la unidad del SNICS en el estado de Morelos. Correo electrónico: agrusnics@mor.sagarpa.gob.mx.

²Prestador de servicios integrales.

Resumen

En el estado de Morelos del total de la superficie cultivada, la cual es de aproximadamente 128 908 ha, solo se cultivan alrededor de 28 580 ha de maíz al año, las cuales representan el 22 % del total. De estas, más del 50 % se siembra aún con semilla de variedades criollas o de generaciones avanzadas (SIAP, 2011). Por tal motivo la conservación de las razas nativas de maíz es de vital importancia. Durante el año 2012 el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) estableció un proyecto para llevar a cabo la conservación de tres razas de maíz en diferentes zonas del estado. Por ejemplo, en la zona norte se estableció la raza chalqueño, la cual usualmente prospera a una altura por arriba de los 2 200 msnm; en el caso de la raza ancho pozolero, esta se ubicó a una altura entre los 1 500 y 1 800 msnm; y finalmente la raza pepitilla se estableció en alturas que oscilan entre los 1 200 y los 1 500 msnm. Entre las actividades que se ejecutaron y que se reportan en el presente documento se puede mencionar el pago por servicios de conservación *in situ* de las razas antes referidas, además del manejo de los agroecosistemas en donde se establecen los policultivos maíz, frijol y calabaza, así como el uso que se les brinda a las arvenses, como es el caso de los quelites, los cuales se destinan para el consumo humano.

Introducción

Con una superficie total de 487 900 ha de territorio, el estado de Morelos solo dedica al cultivo del maíz alrededor de 28 550 ha, las cuales únicamente representan el 5.8 % del total del territorio. De la superficie cultivada con maíz, en menos del 50 % de esta se utiliza semilla mejorada, siendo la semilla criolla o la semilla de generaciones avanzadas las que cubren las necesidades de los productores, de ahí la importancia de conservar y difundir el uso de los materiales genéticos que se encuentran en los diferentes agrohábitats del estado. Las razas consideradas para este estudio fueron: la raza chalqueño, la cual es utilizada en zonas que comúnmente presentan temperaturas de templadas a frías; la raza ancho pozolero, la cual es empleada en zonas cuyo clima varía de templado a subtropical; y la raza pepitilla que generalmente se usa en el trópico seco. En todas las zonas donde se cultivan dichas razas se practica la agricultura de temporal por lo que estos genotipos están adaptados a dichas condiciones. Cabe señalar que quienes producen estos materiales

genéticos son habitantes pertenecientes a etnias del estado de Morelos cuya lengua es el náhuatl, quienes han podido conservar las prácticas de cultivo conocidas como policultivos o cultivos en asociación (Amador, 1980).

Los cultivos involucrados en estas prácticas son el frijol, la calabaza y los quelites, así como las hierbas para el ganado; siendo el maíz el principal asociado. Sin embargo, dado los elevados costos de producción que se tienen en dichas prácticas, debido a que se llevan a cabo en forma manual, los productores han dividido sus parcelas de tal manera que una parte la utilizan para la producción comercial y otra para el sustento de la familia. La práctica del cultivo asociado es más eficiente en cuanto al uso de los recursos naturales como son: el agua, la luz y la conservación del suelo; sin embargo, se ha perdido su uso porque comercialmente los rendimientos son bajos, lo que es catalogado como no redituable.

A pesar de ello el cultivo asociado seguirá representando un modo de agricultura sustentable, pues aunque resulta más caro su establecimiento, debido al gran número de jornales que se utilizan, la suma del valor de todos los productos que se obtienen en el mismo espacio, lo convierten en un sistema más eficiente, además de que no utiliza muchos insumos del exterior, como los pesticidas. (Figuras 1, 2 y 3).



Figura 1. Maíz asociado con frijol y calabaza.



Figura 2. Rotación de cultivos: maíz, haba y trigo.



Figura 3. Asociación maíz, frijol y calabaza.

Materiales y métodos

Pago por servicios de conservación

Se trabajó con tres razas y siete custodios distribuidos de la siguiente forma:

Municipio	Localidad	Custodio	Raza
Tetela del Volcán	Hueyapan	Camila Barrios Estrada	Chalqueño
Tlalnepantla	Felipe Neri	Trinidad Reyes Cortés	Chalqueño
Totolapan	San Miguel El Fuerte	Raúl Sosa Reyes	Ancho
Tepoztlán	Santa Carina	Fernanda Cardona Vilchis	Ancho
Temixco	Tetlama	Lorenza García Blancas	Pepitilla
Temixco	Tetlama	Gorgonio Ramírez Dorantes	Pepitilla
Miacatlán	El Paredón	Sotero Martínez Vences	Pepitilla

Todos los custodios participaron con el establecimiento del cultivo en media hectárea. La preparación del suelo en todos los casos se hizo con maquinaria y la siembra se realizó de forma manual y mateada. Las labores del cultivo se llevaron a cabo con tracción animal. De las tres razas en estudio se puede decir que la raza chalqueño se cultiva bajo dos modalidades, una en asociación con el frijol y otra en rotación con maíz, haba y trigo; respecto a la raza ancho se puede mencionar que esta se cultiva en asociación con frijol; y la raza pepitilla se cultiva en forma asociada con frijol y calabaza.

En la zona cuyo clima varía de templado a frío y en la zona subtropical se asesoró a los custodios en relación a las prácticas agronómicas. En la última zona se hizo mayor énfasis en el buen manejo de la materia orgánica, pues de forma tradicional los agricultores aplican de forma directa estiércol sin ningún tratamiento, por lo que se les orientó para que el estiércol aplicado fuese composteado y enriquecido con fósforo mineral, con la finalidad de que este último pudiera ser asimilado por el cultivo durante la primera etapa de desarrollo. La aplicación se hizo de forma mateada al momento de la siembra y se cubrió el cultivo hasta el momento en que se dio el primer beneficio.

Productos entregables

Por parte de los custodios el compromiso fue conservar *in situ* 97 kg de semilla y darlo a conocer a sus vecinos y a otros productores de la zona, así como entregar al banco de germoplasma 3 kg de semilla para efectuar su conservación *ex situ*, al igual que tres mazorcas que presentaran las características de

la raza y que hubieran sido manejadas bajo el sistema milpa. Por parte del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) el compromiso fue proporcionar asistencia técnica a través de un asesor quien entregó dos reportes a la Dirección General del SNICS, en los cuales se expuso el estatus del proyecto y los resultados obtenidos con los recursos proporcionados por el SINAREFI.

Resultados y discusión

Pagos por servicios de conservación

Los lotes que se establecieron en la zona fría tuvieron problemas con la temporada de lluvias que normalmente ocurre en esta zona durante el periodo de siembra, el cual inicia a finales del mes de abril. Las primeras lluvias se presentaron en el mes de junio, lo que propició que el cultivo creciera muy desigual y con distribución irregular, originando un decremento de alrededor de cuarenta por ciento de la producción. Además, en esta zona la época de cosecha se realiza en los meses de diciembre o enero por lo que las precipitaciones tardías ocurridas en el ciclo primavera-verano del año 2012 propiciaron pérdidas por pudrición de mazorca. En la zona subtropical el periodo de lluvias fue similar, pero en esta zona las siembras se realizan a finales de junio, por lo que no hubo efectos negativos en el desarrollo de los cultivos. Cabe mencionar que solo las lluvias que cayeron en el mes de diciembre afectaron a la mazorca ya que se presentaron algunas pudriciones.

En términos generales los lotes establecidos cuentan con la semilla requerida por el programa pues la merma solo afectó el consumo del grano. Por otro lado, de las tres razas que se establecieron en el estado de Morelos, dos no necesitan mayor promoción, pues la raza chalqueño azul es utilizada y demandada por los expendios de comida que se encuentran en la zona y la raza ancho pozolero es empleada para preparar el platillo conocido como pozole, típico en los estados circunvecinos: Guerrero y Estado de México, e incluso requerido en los estados de Guanajuato y Jalisco, lo que le da un valor agregado y asegura su conservación.

Con respecto a la raza pepitilla, esta no es demandada en la zona donde se siembra ya que la gente prefiere sembrar híbridos u otros maíces mejorados, que

según su apreciación satisfacen sus necesidades alimenticias, además de que el remanente lo comercializan al menudeo. Sin embargo, los custodios que tienen esta semilla manifiestan que han visto ventajas al poseer este material, ya que ellos no lo comercializan sino que lo utilizan para autoconsumo y el rendimiento obtenido es uno a uno, es decir, por una carga de mazorca obtienen una carga de grano (100 cuartillos = a 140 kg). Aunado a lo anterior, su palatabilidad y flexibilidad le otorgan características particulares e incluso mayor tiempo de vida de anaquel. Solo falta promocionarlo entre aquellos productores de autoconsumo que quieren consumir tortilla de calidad.

Conclusiones

La conservación de los maíces criollos es de vital importancia, no solo por su riqueza genética sino por lo que representan en la economía del productor rural; mientras que los maíces mejorados son altamente rendidores y altamente demandantes de insumos externos como los agroquímicos. En cambio en el caso de los maíces criollos su demanda de insumos del exterior es menor y cuando se llegan a proporcionar estos insumos con un buen manejo agronómico, los rendimientos en la producción son satisfactorios. Además están adaptados a ambientes extremos, como son las bajas temperaturas, para el caso de la raza chalqueño, o precipitaciones erráticas, en el caso de la raza pepitilla. Estas dos razas pueden aportar genes para emplearlos en el mejoramiento de otras variedades, ejemplo de ello puede ser la resistencia al medio ambiente (suelos delgados y poca precipitación) y la mayor cantidad de grano por mazorca, las cuales son características que presenta la raza pepitilla.

Bibliografía

- Amador M., F. I. 1980. Comportamiento de tres especies (maíz, frijol y calabaza) en policultivos en la Chontalpa, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura. Colegio Superior de Agricultura. Cárdenas, Tabasco. 82 p.
- SIAP. 2011. Cierre de la producción agrícola por estado. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Consultado en línea: www.siap.gob.mx.

Manejo integral del agroecosistema en Nayarit

J. Arahón Hernández Guzmán¹, Abel Gil Muñoz², Pedro Antonio López³, Higinio López Sánchez⁴, Gilberto González Rodríguez⁵ y Roberto Valdivia Bernal⁶.

¹Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: arahon@colpos.mx. ²Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: gila@colpos.mx. ³Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: palopez@colpos.mx. ⁴Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: higinio@colpos.mx. ⁵Universidad Autónoma de Nayarit. Correo electrónico: gilbertogr60@hotmail.com. ⁶Universidad Autónoma de Nayarit. Correo electrónico: rvb_uan@hotmail.com.

Resumen

El presente documento tiene la finalidad de informar acerca de las acciones desarrolladas en el estado de Nayarit durante el año 2012 con financiamiento asignado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), para el desarrollo del proyecto intitulado: *Manejo integral del agroecosistema en Nayarit*, correspondiente al ejercicio fiscal 2011. Dentro del programa Pagos por Servicios de Conservación se contó con la participación de 13 agricultores custodios de maíz, quienes establecieron *in situ* una hectárea del cultivo. Cinco custodios establecieron poblaciones de la raza Jala, mientras que ocho custodios establecieron poblaciones de la raza bofo-harinoso de ocho. Los custodios que conservaron *in situ* el maíz de la raza Jala pertenecen al municipio de Jala, ubicado al sur del estado de Nayarit; en tanto que los custodios de las razas bofo y bofo-harinoso de ocho son ciudadanos de las comunidades de El Roble y La Palmita, pertenecientes al municipio de Del Nayar, ubicado en la sierra norte del estado. Se les proporcionó apoyo económico y en especie, a fin de coadyuvar a una mejor producción y conservación de la semilla, con el compromiso de que fuera resguardada para el próximo ciclo agrícola y se hiciera entrega de al menos un kilogramo de semilla, de cada especie, variedad o población cultivada, al responsable del proyecto. Como resultado de lo anterior, al SINAREFI se le hizo entrega de semilla de 25 poblaciones de maíz, de dos poblaciones de frijol y de una población de calabaza. En la localidad de El Roble, durante el mes de marzo del año 2012, se capacitaron a productores custodios y otros miembros de la comunidad con el curso Temas Selectos en Fitomejoramiento, Producción de Semillas y Agroecosistemas, con el objetivo de abordar temas vinculados con el fitomejoramiento participativo, la selección masal, el sistema de milpa intercalado con árboles frutales y el manejo del concepto de agroecosistemas, así como aspectos relacionados con la calidad de las semillas y de los granos, entre los que se incluye su conservación en bancos comunitarios. Además en el mes de agosto del mismo año se colaboró en la organización del concurso El Elote más Grande del Mundo, celebrado durante la tradicional Feria del Elote, la cual se realizó en el municipio de Jala, en el estado de Nayarit y en la que participaron custodios de la raza Jala y representantes del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla (SNICS), del SINAREFI y del Colegio de Postgraduados (COLPOS), entre otros.

Introducción

En México existen 59 razas de maíz descritas (Ortega, 2003; Kato *et al.*, 2009), de las casi 300 reportadas en el continente americano (Serratos, 2009). La raza Jala fue clasificada como tal en la década de los cuarenta (Wellhausen *et al.*, 1951), la cual, de acuerdo con Hernández (2009), está considerada en riesgo

de extinción debido a los múltiples factores que limitan cada vez más su cultivo y su conservación *in situ*. Esta raza tiene su centro de distribución primario en el municipio de Jala, en el estado de Nayarit, es conocida localmente como *maíz de húmedo* y ha sido motivo de interés y de diversos estudios a nivel nacional e

internacional (Aguilar, 2006; Rice, 2004). Esta tendencia se debe al tamaño de su mazorca, de la cual existen registros que señalan una longitud máxima que varía entre 56 y 60 cm (Kempton, 1924; Gutiérrez y Beltrán, 1979).

En la actualidad a esta raza se le localiza principalmente en el valle de Jala, en donde es cultivada por un número reducido de agricultores de las comunidades de Jala y Jomulco y por un grupo aún más pequeño que habita en las cercanías del volcán del Ceboruco, en la comunidad de Coapan, localizada en el municipio de Jala (Hernández, 2007). Por otra parte, la raza bofo fue reportada por primera vez por Hernández y Alanís (1970), quienes señalaron que se encuentra distribuida en la sierra Madre Occidental, en la escarpa oriental, la cual se sitúa en una porción de los estados de Nayarit y de Durango, en alturas que varían entre 1 000 y 1 500 msnm. Estos autores agregan que esta raza es cultivada mayormente por los huicholes, quienes la consideran como *maíz sagrado*.

En lo que respecta a la raza harinoso de ocho, la cual es la que se recolecta con mayor frecuencia, fue reportada por Wellhausen *et al.* (1951), quienes consignaban que se había encontrado en su forma más pura solo en tres puntos geográficos, siendo uno de ellos el Ejido de San Vicente, ubicado en el norte del estado de Nayarit. Asimismo se localizaron muestras menos puras en los ejidos de Milpas Viejas, Quimichis y Palma Grande, también en el estado de Nayarit. Wellhausen *et al.* (1951) añaden que esta raza está representada en las variedades eloterías del oeste de México y finalizan indicando que existe una subraza denominada elotes occidentales, la cual corresponde a un tipo de maíz elotero. Por otro lado la raza harinoso de ocho se cultiva en la comunidad de El Roble, perteneciente al municipio de Del Nayar, en Nayarit, y afirma que esta raza se encontraba extensamente distribuida en el oeste y el noroeste de México; pero que actualmente ha sido reemplazada en su mayoría por otras razas y subrazas de maíz.

El aprovechamiento de las razas mencionadas, al igual que de otras razas y poblaciones de maíz en las zonas donde se desarrolló el presente proyecto, usualmente se realiza en la modalidad de monocultivo y en ocasiones con la asociación o intercalación con otras especies, razas, variedades o poblaciones de maíz,

razón por la cual se justifica la promoción del agroecosistema, el cual hace referencia al ecosistema sometido por la humanidad a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos, para la producción de alimentos y fibras. Se considera que este enfoque tiene potencial sustentable en la zona donde se llevó a cabo el proyecto, el cual debe capitalizarse.

El presente proyecto tuvo como objetivo general el contribuir a la conservación *in situ*, así como al aprovechamiento de las razas de maíz Jala y bofo-harinoso de ocho en Nayarit, a través del manejo del agroecosistema. Los objetivos específicos fueron: conservar *in situ* las razas de maíz Jala y bofo-harinoso de ocho con la participación de productores custodios; difundir el manejo integral del sistema milpa; capacitar a productores participantes en su implementación; y coleccionar, documentar y resguardar en el banco de germoplasma, muestras representativas de las especies y de las poblaciones utilizadas por cada productor participante.

Materiales y métodos

El desarrollo de proyectos con la incorporación de agricultores custodios de maíz en los municipios en donde se opera, se ha realizado desde el año 2010 y han participado productores que tradicionalmente conservan *in situ* las razas de maíz de interés. Por esta razón en el año 2012 los productores custodios que colaboraron en el proyecto fueron los mismos que participaron en el año 2011, con la excepción de dos custodios de la raza Jala que se incorporaron y de dos custodios que dejaron de participar.

Con la finalidad de promover el establecimiento de parcelas de acuerdo al enfoque agroecosistema, se convocó a los productores custodios a dos sesiones de trabajo, ambas realizadas en el mes de marzo del año 2012. Una reunión se efectuó en la localidad de El Roble, municipio de Del Nayar, y otra en la comunidad de Jala, municipio del mismo nombre. En dichas reuniones se discutió el concepto agroecosistema y se invitó a los participantes a realizar trabajos con dicho enfoque.

Cada custodio estableció y manejó agrónomicamente su parcela de acuerdo con la tecnología tradicional que utiliza. Por medio del proyecto se les brindó apoyo a los custodios con la compra de agro-

químicos y con el pago de algunos jornales. Durante la cosecha cada custodio seleccionó mazorcas representativas de la población custodiada e integró un compuesto no balanceado para reunir la semilla que fue enviada al SINAREFI. De igual manera los pocos custodios que obtuvieron semilla de otras especies hicieron lo propio. En lo que se refiere al curso taller de capacitación a productores custodios y a otros miembros de las comunidades de La Palmita y El Roble, este se desarrolló en el auditorio ejidal de El Roble, en donde especialistas en diferentes áreas de interés desarrollaron ponencias e intercambiaron experiencias e inquietudes con los asistentes.

Resultados y discusión

Pagos por servicio de conservación

Se contó con la participación de 13 productores de maíz quienes se desempeñaron como custodios, de los cuales cinco cultivaron poblaciones de la raza Jala y ocho cultivaron poblaciones de las razas bofo y bofo-harinoso de ocho. Para contribuir al buen desarrollo del cultivo se otorgó apoyo económico y en especie a los custodios participantes. Cada custodio cultivó una hectárea, en donde sembraron diversas poblaciones de maíz, con excepción de los custodios de la raza Jala, quienes emplearon el monocultivo. Al final de la cosecha los custodios prepararon muestras de semilla de maíz que fluctuaron entre 1 y 2.4 kg, así como muestras, de 600 g cada una, de semillas de frijol y de calabaza. Las semillas fueron envasadas y remitidas al SINAREFI para efectuar su posterior conservación *ex situ*. En resumen, se reunieron 12 muestras de la raza bofo, cinco de la raza Jala, cuatro de la raza bofo-harinoso de ocho, una de la raza tuxpeño y una de la raza tabloncillo, así como dos muestras de frijol y una de calabaza.

Es importante mencionar que la raza Jala, tradicionalmente se establece en monocultivo debido a que las siembras ocurren en abril cuando hay humedad residual, por lo que cuando se llega a sembrar simultáneamente con otras especies, estas usualmente no prosperan o prosperan poco, además de que dificultan el manejo agronómico ya que generalmente los productores recurren al uso de herbicidas para controlar las malezas.

No obstante, los productores que siembran en temporal y que no emplean la raza Jala, son quienes más recurren al uso de otras especies o variedades de maíz en la misma parcela. Por esta razón durante la época de cosecha se colectaron muestras de frijol y de calabaza. En el año 2013 se pretende establecer un lote para realizar el incremento de semilla y efectuar una demostración del agroecosistema. La semilla de frijol, calabaza y otras especies que se obtengan en este módulo se distribuirá entre productores custodios y el SINAREFI.

Por el contrario los productores custodios de las razas bofo y bofo-harinoso de ocho tradicionalmente siembran el maíz asociado con frijol, calabaza, amaranto o jamaica, o bien establecen otras poblaciones de maíz de la misma raza o de otras razas; sin embargo, durante el periodo de agosto a septiembre se presentó una sequía severa en la zona y la mayoría de los cultivos asociados sufrieron pérdida total o parcial. Esta es la razón por la cual la mayor parte de ellos solo proporcionaron muestras de maíz y se tomó la decisión de que conservaran la poca semilla cosechada de otras especies a fin de que la siembren nuevamente en el año 2013.

Capacitación a productores custodios

En el mes de marzo del año 2012, en la localidad de El Roble se realizó la capacitación a productores custodios y a otros miembros de la comunidad con el curso *Temas Selectos en Fitomejoramiento, Producción de Semillas y Agroecosistemas*. Se desarrollaron temas relacionados con el fitomejoramiento participativo, la selección masal y el sistema de milpa intercalada con árboles frutales, así como aspectos pertinentes a la calidad de semillas y granos, incluyendo su conservación en bancos comunitarios de semillas. Uno de los temas se tituló «Conservación y mejoramiento participativo en maíces criollos», cuyo instructor fue el doctor Abel Gil Muñoz; otro tema se tituló «Selección masal participativa en maíces criollos», a cargo del doctor Pedro Antonio López; posteriormente se desarrolló el tema «Módulos agroforestales demostrativos con especies frutícolas intercaladas en cultivos básicos», bajo la responsabilidad del maestro en ciencias Ernesto Hernández Romero; finalmente se presentó el tema «Conservación de semilla», presentado por el doctor Higinio López Sánchez.

Todos los instructores son investigadores del COLPOS, campus Puebla. Cabe mencionar que los asistentes mostraron gran interés en los temas desarrollados y expresaron la necesidad de recibir este tipo de capacitación de manera continua.

Participación en el concurso El Elote más Grande del Mundo

Este concurso se realiza de forma ininterrumpida desde el año 1981, específicamente el día 14 de agosto durante la tradicional Feria del Elote y los festejos de la virgen de la Asunción (Listman y Pineda, 1992; Chaces). Desde el año 2007 el responsable técnico del presente informe ha participado con el desarrollo de una ponencia, en la que se presentan los aspectos históricos y actuales de la raza Jala, además de que con ello se pretende motivar la continuidad del cultivo de este maíz en riesgo de perderse.

A petición del Honorable Ayuntamiento Constitucional de Jala, en el año 2012 se participó en la organización del concurso El Elote más Grande del Mundo, en el cual participaron los custodios de la raza Jala que colaboran en el proyecto, resultando ganador el señor José Antioco Elías Partida, custodio de la comunidad de Coapan, cuyo elote midió 38 cm de longitud, sin contar el raquis y el olote (Figura 1).



Figura 1. Imágenes del concurso El Elote más Grande del Mundo y del señor José Antioco Elías Partida, ganador del mismo.



Figura 1. Imágenes del concurso El Elote más Grande del Mundo y del señor José Antioco Elías Partida, ganador del mismo.

Otras actividades

Se elaboró y presentó un cartel durante la 1.ª Feria de la Agrobiodiversidad y Agroproductos, realizada el 7 y 8 de septiembre del año 2012, en Xochitla, Estado de México, como un medio para difundir las actividades que se han desarrollado en el estado de Nayarit con recursos del SINAREFI, (Figura 2).



Figura 2. Cartel de difusión de las actividades del proyecto en Nayarit.

Productos entregables e indicadores de impacto

Se entregaron 12 muestras de la raza bofo, cinco de la raza Jala, cuatro de la raza bofo-harinoso de ocho, una de la raza tuxpeño, una de la raza tabloncillo, así como dos muestras de frijol y una de calabaza, en

cantidades que fluctuaron desde 0.6 hasta 2.43 kg, las cuales fueron entregadas al SINAREFI. A la fecha, cinco custodios resguardan *in situ* semilla de la raza Jala y ocho conservan semilla de poblaciones de las razas bofo y bofo-harinoso de ocho, así como de otras especies cultivadas y de otras poblaciones de maíz. Se realizó la colecta de semilla de frijol y de calabaza, para establecer en el año 2013 un módulo demostrativo y de incremento de semilla para efectuar la posterior distribución de esta entre los productores así como para enviarla al SINAREFI. Finalmente se llevó a cabo un curso taller de capacitación a custodios y se elaboró un documento con el contenido temático del mismo. También se entregaron los informes finales: técnico, financiero y ejecutivo.

Conclusiones

En general se cumplieron los objetivos y las metas y se entregaron los productos del proyecto. Se capacitó y se logró motivar la participación de custodios para futuros ejercicios fiscales. Destaca el hecho que custodios de las razas bofo y bofo-harinoso de ocho utilizan en la misma parcela una mayor diversidad de poblaciones de maíz y de otras especies; mientras que en el caso de los custodios de la raza Jala, en lo general practican el monocultivo, ya que el manejo agronómico que brindan a sus parcelas, en donde se recurre a los herbicidas para el control de malezas, dificulta las labores culturales.

Considerando que el enfoque del proyecto debe ser el agroecosistema, se colectaron muestras de semilla de diversas poblaciones de calabaza y de algunas poblaciones de frijol, mismas que se sugiere incrementar para promover su uso y conservación tanto *in situ* como *ex situ*. Esto como estrategia para inducir a productores custodios y a otros productores de la zona, a volver a practicar el sistema milpa, dada la sustentabilidad que representa.

Bibliografía

- Aguilar C., J. A. 2006. Recuperación, conservación y aprovechamiento de la raza Jala de maíz: una alternativa para las razas en peligro de extinción. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 126 p.
- Hernández G., J. A. 2007. Raza Jala: maíz único en el mundo y en peligro de extinción. *In: II Foro Internacional Biológico Agropecuario*. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México. pp. 37-47.
- Hernández G., J. A. 2009. Proyecto Integral para el Mejoramiento, Conservación y Aprovechamiento del Maíz en Nayarit. Informe técnico. Fundación Produce Nayarit, A. C.
- Hernández X., E. y F. Alanís G. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la sierra Madre Occidental de México. *Agrociencia*. 5(1): 3-30.
- Kato Y., T. A., C. Mapes S., L. M. Mera O., J. L. Serratos H., R. A. Bye B. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 116 p.
- Kempton J., H. 1924. Jala Maize: A Giant Variety from Mexico. *The Journal of Heredity*. 15 (8): 337-344.
- Listman, M. y F. Pineda. 1992. Mexican Prize for the Giant Maize of Jala Source of Community Pride and Genetic Resources Conservation. *Diversity*. 8(1): 14-15.
- Rice E., B. 2004. Conservation and Change: a Comparison of *In Situ* and *Ex Situ* Conservation of Jala Maize Germplasm in Mexico. Ph. D. Thesis. Cornell University. Ithaca, NY, USA. 120 p.
- Serratos H., J. A. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. *Greenpeace*. México, D. F. 33 p.
- Wellhausen E., J. L. Roberts M., E. Hernández X. y P. Mangelsdorf C. 1951. Razas de maíz en México. *In: Xolocotzia*. Tomo II. pp. 609-732.

Situación actual y potencial del banco de germoplasma de maíz nativo en dos delegaciones políticas del Distrito Federal

C. Joel Padilla Cruz¹.

¹Sistema Producto Maíz de los Pueblos Rurales del Distrito Federal A. C. Correo electrónico: repmaizjpc@hotmail.com.

Resumen

En el Distrito Federal el maíz es el cultivo de mayor aprovechamiento y es sembrado en su mayoría por pequeños agricultores bajo condiciones de temporal y con variedades nativas. Los poblados de San Pablo Oztotepec, en la delegación Milpa Alta, y de San Nicolás Tetelco, en la delegación Tláhuac, son los más importantes en lo que respecta a la producción de maíz de la zona rural, debido a la diversidad de sistemas de producción manejados por grupos originarios de estas zonas. El presente proyecto tuvo como objetivo el establecimiento de un banco comunitario para la conservación de los materiales fitogenéticos del maíz que se cultivan en el Distrito Federal. Se llevaron a cabo dos talleres: «Manejo integrado del cultivo de maíz» e «Incentivos a la conservación de razas criollas», así como la difusión de estos mediante un tríptico informativo.

Introducción

En las zonas altas del Distrito Federal se le dio seguimiento a la conservación del germoplasma de maíz que ahí se cultiva. Lo anterior consistió en ubicar, recolectar, conservar y caracterizar el plasma germinal del elote cónico del Distrito Federal, así como realizar la optimización de la conservación. Esta raza de elote por sus atributos es considerada de interés prioritario para beneficio de la humanidad y para el uso de los recursos físicos no genéticos.

Materiales y métodos

Se realizó el seguimiento de las razas criollas para efectuar la conservación del maíz que se cultiva en diversos sitios de la zona rural del Distrito Federal. Se llevó a cabo el fortalecimiento y la supervisión del banco comunitario, el cual cuenta con 50 accesiones de razas del grupo cónico que se cultivan en la zona. Se elaboró el manual de operación del banco comunitario y se desarrollaron las capacidades de los custodios y de los productores cooperantes en la selección masal, con el fin de obtener semilla seleccionada con base en las características agronómicas relevantes para los productores de la zona y se desarrollaron las capacidades de los custodios acerca del manejo del germoplasma en campo.

Resultados y discusión

Pago por servicios de conservación

Se complementaron las fichas técnicas de los productores participantes y de las razas con poblaciones representativas del grupo cónico. En el caso de los maíces cónicos su empleo más común es la elaboración de tortillas blancas y azules; aunque también es importante el aprovechamiento integral de la planta, ya que se utiliza el zacate seco como rastrojo para el alimentar al ganado.

Fortalecimiento de un banco comunitario

Se cuenta con un inventario de semilla de poblaciones representativas del grupo cónico, el cual será de utilidad para planificar la distribución para la próxima temporada (Figura 1).



Figura 1. Inventario de semillas de maíces del grupo cónico.

Talleres y folleto

Con el interés de desarrollar capacidades se elaboró el manual de operación del banco comunitario, agregando los modelos de autogestión y sustentabilidad para la puesta en marcha del mismo. A través de la realización de talleres se consolidaron las técnicas de manejo del maíz, la optimización de los recursos y el aumento en la calidad y productividad, protegiendo el ambiente y fortaleciendo la agricultura sustentable.

La semilla recolectada en el ciclo anterior se recabó con 50 agricultores en el Distrito Federal y las cantidades reunidas variaron desde 5 hasta 15 kg por productor. Para llevar a cabo el seguimiento de estas poblaciones, se visitaron las parcelas de los agricultores a quienes se les entregaron las semillas.

Se observó que la parcela de San Nicolás Tetelco presentó problemas con la araña roja y con el gusano barrenador, lo cual disminuyó su producción, por lo que en esta parcela no se cosechó el 100 % de la producción esperada.

Conclusiones

Actualmente se cuenta con un banco comunitario con 50 accesiones y con la participación directa de tres productores y se elaboró un manual acerca del banco comunitario, como resultado del trabajo coordinado, en colaboración con el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y con los productores de maíz. Por otra parte también se realizó una capacitación de 50 productores en relación a las buenas prácticas en selección de semilla y otra referente al manejo del banco de germoplasma, dirigida a tres custodios y un técnico.

Manejo integral del agroecosistema en el estado de Colima

Jorge de Jesús Quevedo Ramírez¹.

¹Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Correo electrónico: jorge.quevedo@col.sagarpa.gob.mx.

Resumen

En seguimiento al proyecto *Pago por servicios de conservación in situ de razas criollas de maíz*, iniciado en las comunidades de Suchitlán y Cofradía de Suchitlán, municipio de Comala, en el estado de Colima, en donde se desarrolla el proyecto *Manejo sustentable del agroecosistema*, a través de la actividad denominada: *manejo integral del agroecosistema en el estado de Colima*, siendo el objetivo conservar *in situ* en cuatro hectáreas la raza criolla tabloncillo, se menciona que se contó con la participación de cuatro productores designados como custodios para resguardar 200 kg de la semilla producida, a quienes se les brindó apoyo y asistencia técnica durante el proceso. El cultivo de esta raza es una actividad que requiere de una labor particular y las personas que se dedican a la siembra de este material lo hacen por tradición, muchas de ellas desde su infancia. El maíz es cultivado con la intención de emplearlo para el autoconsumo; aunque en algunas ocasiones se le proporciona al ganado como alimento y de forma muy esporádica es vendido a otras personas, además de que por lo general no se siembra asociado con algún otro cultivo. Respecto al proyecto mencionado, el sitio en donde se estableció el cultivo de la raza tabloncillo fue el municipio de Comala, ubicado al norte del estado de Colima. Este sitio constituye un importante asentamiento de núcleos indígenas, entre los que se cuentan las poblaciones de Suchitlán, Cofradía de Suchitlán y Zacualpan. El seguimiento del cultivo se llevó a cabo de manera satisfactoria y se concluye que no se logró una mayor producción debido a los daños que los efectos naturales causaron al cultivo, como fuertes vientos y lluvias antes de la cosecha. En lo que respecta a las recomendaciones, se indica que es necesario continuar con el proyecto y ampliarlo a otras comunidades o municipios que cultiven esta raza, a fin de observar su comportamiento en diferentes zonas situadas dentro del estado de Colima.

Introducción

La distribución de los maíces criollos en México se encuentra asociada principalmente a las cadenas montañosas: sierra Madre Oriental, sierra Madre Occidental, eje Neovolcánico y sierra Madre del Sur, así como a la península de Yucatán. La variación genética del maíz se relaciona con los factores ecológicos asociados a la altura, temperatura y humedad, al igual que a la duración del periodo de crecimiento de las plantas. Algunos conjuntos de razas de maíz muestran una distribución geográfica que coincide con la de ciertos grupos culturales. La difusión del maíz hacia varias partes del mundo a partir de su centro de origen en México, ha sido tan notable y rápida como su evolución a planta cultivada y productora de alimentos. Los miembros de varias tribus indígenas establecidas en Centroamérica y México llevaron esta planta a otras zonas del Caribe y Sudamérica y luego

la trasladaron a lo que actualmente son los Estados Unidos de América y Canadá. Posteriormente los exploradores europeos llevaron el maíz a Europa y más tarde los comerciantes lo llevaron hasta Asia y África.

A lo largo y ancho de México se puede encontrar gran variedad de maíces cultivados bajo diferentes condiciones, de tal manera que los hallamos a nivel del mar y a altitudes por encima de los 1000 msnm, o bien, en condiciones semiáridas, tropicales o de suelos someros. La república mexicana es el centro de origen de esta gramínea y debido a las variadas condiciones fisiográficas que prevalecen en cada una de las zonas donde se cultiva, el maíz se ha adaptado bajo el cuidado y perpetuación de las diferentes culturas que lo han ido cultivando. Por ello, como resultado de un extenso proceso de domesticación,

llevado a cabo a lo largo de cientos de años, hoy en día aún perdura la diversidad de razas de maíz que podemos localizar en diferentes zonas del país.

México es el país que dio origen al maíz y existen al menos 60 razas identificadas. Estas razas se han conservado gracias a la tradición que tienen algunos campesinos de sembrar el maíz para su autoconsumo, utilizando su propia semilla en cada ciclo de siembra. De esta manera se ha mantenido viva la raza tabloncillo, junto con su riqueza genética. Existe el riesgo de perder la riqueza genética del maíz porque en la actualidad muchas plantas están contaminadas genéticamente con híbridos y transgénicos. Asimismo es necesario mencionar que ante la falta de oportunidades para los campesinos, ellos o sus hijos emigran, por lo que se deja de sembrar y en consecuencia se favorece la pérdida de las razas de maíz.

A la fecha se han hecho esfuerzos para conservar a las razas de maíz en bancos de germoplasma, es decir, llevar a cabo la conservación *ex situ*; pero no ha habido un planteamiento que permita mantener vivas a las razas de maíz en el campo, bajo el cuidado de los agricultores. La conservación *in situ* es una alternativa que complementa a la conservación *ex situ*. Cabe destacar que sus alcances y beneficios son mayores, ya que los resultados no solamente se relacionan con la conservación de la diversidad genética. La conservación de la agrobiodiversidad contribuye al mantenimiento de los procesos de adaptación y evolución de los cultivos, lo que permite el desarrollo de germoplasma nuevo. La conservación *in situ* también auxilia en los procesos de conservación del suelo, así como en la reducción del uso de plaguicidas, lo que resulta favorable para la economía de la unidad familiar, al depender menormente de insumos externos. De igual modo, este tipo de conservación representa soberanía productiva, ya que es practicada por los agricultores, quienes poseen el recurso y quienes deberían ser los más indicados para percibir cualquier beneficio proveniente del material genético que ellos conservan.

El tabloncillo es una excelente raza debido al tamaño de su mazorca y a su sanidad, además de que presenta una buena aptitud combinatoria con razas de alturas intermedias y de zonas tropicales del golfo de México. De igual modo se puede mencionar

que es una de las razas de uso comercial con mayor distribución en el occidente del país y quizá una de las más productivas, antes de que los materiales híbridos se expandieran; aunque en los últimos años se ha reducido su extensión de siembra. Se usa principalmente para ser consumida como elote y para hacer tortillas y pozole. De igual modo su uso se reporta para la preparación de un tipo de bebida fermentada conocida como *piznate*.

Es importante señalar que las fuentes de mayor diversidad, en términos de variedades, tienden a encontrarse en zonas pobres, aisladas y a menudo marginadas del mundo en desarrollo. Los campesinos más humildes suelen ser quienes conservan el germoplasma de los granos tradicionales de mayor diversidad. Si bien las cifras sobre el número y ubicación de los campesinos de escasos recursos presentan grandes divergencias, se estima que en el mundo entre 1 900 y 2 200 millones de personas aún se encuentran al margen de la influencia, directa o indirecta, de la tecnología relacionada con la agricultura moderna.

Materiales y métodos

El proyecto se realizó dándole continuidad a los dos custodios que habían participado anteriormente en el cultivo de la raza de maíz tabloncillo. En la zona se identificaron a otros dos productores que cultivan la raza tabloncillo o pozolero y se les invitó a colaborar en el nuevo plan, el cual consideró la participación de cuatro custodios. Se llevaron a cabo reuniones con los productores que cooperaron, a fin de sensibilizarlos sobre la importancia de conservar y aprovechar la diversidad de las razas criollas de México.

Este proyecto consistió en otorgar apoyo económico mediante la compra de insumos, el pago de jornales y el ofrecimiento de asistencia técnica, con tal de lograr un aumento en la producción y la conservación de la raza tabloncillo. Con el productor se firmó una carta compromiso, en la que se establecieron las actividades que deberían realizarse y el apoyo económico que se otorgaría, en función de los costos de producción por hectárea, así como los compromisos adquiridos: sembrar la raza criolla tabloncillo en el presente ciclo; entregar 200 kg de semilla; y resguardar la semilla.

Se brindó asesoría técnica al custodio, en relación a los sistemas de producción de las zonas altas del estado de Colima, de acuerdo al seguimiento de las labores de cultivo de cada productor y tomando como base el paquete tecnológico *Maíz grano criollo temporal para la zona norte de Colima*, presentado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas, y Pecuarias (INIFAP), en el cual se incluyeron algunos aspectos que se relacionan con el proceso de producción: preparación del terreno, fertilización, siembra, deshierbes, labores del cultivo, control de plagas y enfermedades y cosecha, entre otros, para lo que se consideró un costo total de \$10,000.⁰⁰ por hectárea.

Resultados y discusión

La ubicación geográfica para la realización de las actividades se determinó de acuerdo al seguimiento del proyecto BEI-MAI-09-37, para lo cual se seleccionaron las localidades de Suchitlán y Cofradía de Suchitlán, en el municipio de Comala, en el estado de Colima. La semilla utilizada para la siembra en el presente proyecto provino de la cosecha obtenida en el ciclo anterior por cada uno de los custodios.

Durante el seguimiento del cultivo se presentaron problemas de acame debido a las lluvias y a los fuertes vientos de la temporada. El custodio, Amador Rincón, fue el más afectado durante el temporal. Se padecieron problemas en relación a los daños causados por la presencia de tejones, mapaches y jabalíes, siendo en este caso, el custodio Acacio Mariano Andrés, el más afectado, particularmente por la acción del jabalí. A consecuencia de las lluvias que se presentaron durante el mes de diciembre, se presentó pudrición en la punta de la mazorca, lo que provocó una disminución con relación a la expectativa de la producción del grano cosechado, siendo también el más afectado el custodio Acacio Mariano Andrés. En promedio se colectaron 3 kg de semilla y de mazorcas de cada uno de los custodios, para su posterior envío y resguardo en el banco de germoplasma.

Conclusiones y recomendaciones

Durante este ciclo de producción, a través del proyecto *Manejo sustentable del agroecosistema*, se apoyó satisfactoriamente la producción *in situ*

de la raza tabloncillo, en cuatro hectáreas y con la participación de cuatro custodios. El desarrollo del proyecto se llevó a cabo mediante la adquisición de insumos y el pago de jornales por un monto equivalente a \$10,000.⁰⁰ por hectárea, para lo cual se firmó un recibo que comprueba dicha acción. El progreso del ciclo productivo se llevó a cabo bajo las prácticas que normalmente sigue cada productor.

Se realizaron algunas visitas de seguimiento al cultivo y se elaboró la ficha técnica correspondiente a cada custodio. Los agricultores observaron que con buenas y oportunas prácticas de cultivo se puede obtener una mejor producción de semilla. Para hacer más eficiente el programa de conservación *in situ* se recomienda continuar con el proyecto y extenderlo a otras comunidades o municipios que cultiven esta u otras razas criollas, para lograr su conservación y observar su comportamiento en las diferentes zonas ubicadas dentro del estado de Colima.

Bibliografía

- CONABIO. 2010. Argumentación para conservar las razas de maíces nativos de México. Taller con especialistas en maíces nativos, realizado los días 17 y 18 de marzo de 2010 en las instalaciones de la CONABIO. México, D. F.
- CONABIO. 2011. Base de datos del proyecto global «Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México». Marzo 2011. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Orlove, B. S. y S. B. Brush. 1996. Anthropology and the Conservation of Biodiversity. *Annual Review of Anthropology*. 25: 329-352.
- Wellhausen, E. J., L. M. Roberts, E. Hernández X. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto técnico. Núm. 55. México, D. F. 237 p.

Pretty, J., 1995, *Regenerating Agriculture*, Washington, D. C., World Resources Institute.

Manejo sustentable del agroecosistema en Guanajuato

José Alfonso Aguirre Gómez¹ y María de Lourdes García Leños².

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Bajío. Correo Electrónico: inifapaguirre@prodigy.net.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Bajío.

Resumen

En México durante los últimos 30 años se le ha dado poca importancia al uso de germoplasma nativo de maíz, lo cual ocasionó que nuevas tecnologías y semillas mejoradas lograran desplazar las semillas criollas en muchas de las regiones del país. Asimismo en las áreas rurales se generaron problemas sociales y económicos que incrementaron los índices de migración hacia otras ciudades y países como Estados Unidos de América. Se comenzó a considerar la actividad agrícola como secundaria o complementaria de otras actividades productivas fuera de la comunidad. Toda esta problemática ha ocasionado que muchos de los materiales criollos sean desplazados y se dejen de sembrar, con lo cual su pérdida será inminente en un futuro próximo (Aguirre, 1999; Brush *et al.*, 1988). A partir del año 2010, el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), a través de la Red Maíz, se enfocó a generar una estrategia de conservación *in situ* a nivel nacional de las principales razas existentes de maíz. El presente trabajo muestra la conservación *in situ* de las razas de maíz Celaya, elotes occidentales y tablilla de ocho, la cual fue llevada a cabo por custodios del estado de Guanajuato. El trabajo consistió en acompañar técnicamente la siembra y la selección de semilla de las razas bajo estudio, en una superficie de una hectárea por productor. Como resultado de esta actividad se logró la conservación de 200 kg de semilla por variedad/agricultor, para resguardar una muestra en banco de germoplasma y el resto para distribuirlo entre los productores de la zona. Desde el inicio, el trabajo con el grupo de custodios fue encausado hacia el manejo de una forma alternativa de producción de maíz bajo condiciones de temporal. Se englobó el manejo integral del agroecosistema, solo que en el caso de Guanajuato se enfatizó al manejo de cinco componentes tecnológicos y más adelante se dará énfasis a otros componentes importantes de la producción. Un aspecto básico que se indujo a los participantes es el entendimiento de la técnica experimental de una forma sencilla, en la cual es importante que no se pierda el aspecto de establecer los tratamientos para observar diferencias en el efecto que el productor desea comprobar. También es importante el manejo de un testigo, como punto importante de comparación. De esta manera, los productores al realizar alguna actividad en labranza de conservación, nutrición orgánica, selección de semilla, manejo ecológico de plagas, o bien sobre almacenamiento, es requerido que siempre manejen tratamientos comparativos, que se cuente con un testigo y que se pesen las muestras al final para marcar diferencias en la productividad y así llegar a establecer conclusiones sobre el trabajo desarrollado.

Introducción

El maíz se encuentra entre los tres cereales más extensamente cultivados en el mundo como alimento del hombre y de los animales. México es centro de origen y de diversidad de esta especie (Wellhausen, 1951). El maíz, con sus variantes criollas, ha sido una de las especies domesticadas que ha evolucionado y ha sido seleccionada a lo largo de miles de años de cultivo. Se puede encontrar en muchas variedades genéticamente distintas, adaptadas a condiciones locales específicas

de altitud, precipitación y calidad de suelos, asimismo es resistente a plagas, entre otras características, lo cual ha dado como resultado razas locales o criollas. En el estado de Guanajuato el maíz es considerado como el cultivo más importante por su extensa superficie de siembra, por los usos y costumbres que se tienen de esta especie y por el beneficio social que genera en la mayoría de las áreas rurales del estado al cubrir las necesidades básicas de alimentación.

Algunas razas de maíz como el caso de Celaya, cónico norteño, elotes cónicos y tablilla de ocho (Wellhausen, *et al.*, 1951; Lamp, 1991) han sido importantes para satisfacer las demandas alimenticias de las familias campesinas, principalmente en áreas con agricultura de temporal. No obstante, la problemática económica, social, ambiental y comercial que se presenta en torno a este cultivo, ha originado que muchos de estos materiales se dejen de usar y se pierda la vocación agrícola de los productores en estas áreas de siembra. Es necesario generar y diseñar procesos, metodologías y formas de trabajo en conjunto con los productores que aseguren la conservación de los maíces nativos. Se deben mejorar las formas y los canales de transformación y de comercialización, para lograr el arraigo y la permanencia de los productores en sus lugares de origen.

El SINAREFI a través de la Red Maíz inició en el año 2010 un programa de incremento y de distribución de las 52 principales razas de maíz identificadas en la república mexicana. El objetivo a parte de la conservación, es el de iniciar un proceso social de distribución de dichos materiales por medio de los custodios, quienes serán los encargados de asegurar la producción de semilla de calidad. En este trabajo se involucran acciones de instituciones, investigadores, asesores técnicos y productores a nivel nacional, todos enfocados hacia la conservación de las razas del maíz (Aguirre *et al.*, 2012). Sin embargo, queda claro que dicha actividad debe estar acompañada por otras actividades productivas enfocadas a la organización, comercialización y transformación del grano.

Ante esta problemática, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a través de investigadores del Campo Experimental Bajío (CEBAJ) y del Sitio Experimental Norte de Guanajuato (SENGUA), se han enfocado a investigar y a desarrollar algunos componentes tecnológicos que ayudarán a resolver dicha problemática. Se considera que lo más importante para este tipo de agricultor, es reducir los costos de producción y estabilizar e incrementar el rendimiento por unidad de superficie, con lo cual se promueve una forma alternativa de producción que sea atractiva para este estrato de productores. Dicho enfoque no se centra en la productividad, sino en la sostenibilidad de los recursos naturales (agua, suelo y

diversidad de especies). Por esta razón, aparte de considerar la diversidad del maíz, se le da especial énfasis a la conservación de los recursos agua y suelo.

De esta forma, los componentes tecnológicos que se consideran básicos para la fase de estandarización de la producción son la labranza de conservación; la nutrición orgánica; la selección y el mejoramiento de semilla local; el manejo ecológico de plagas; y los métodos de almacenamiento de granos y de semillas (Aguirre *et al.*, 2012). Es necesario aprovechar el esfuerzo que el SINAREFI realiza para llevar a cabo la conservación del germoplasma criollo de maíz a nivel nacional, de tal forma que los productores se sientan motivados a continuar con este tipo de actividades aún sin la presencia de esta institución. Se deben consolidar verdaderas empresas agropecuarias para efectuar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, lo cual genere arraigo y oportunidades de trabajo en la comunidad y que a su vez permita conservar la biodiversidad de las especies nativas, cuyos usos resaltan aspectos de la cultura tradicional que identifica la riqueza del pueblo mexicano.

Materiales y métodos

Las diversas actividades que surgen con la participación de investigadores, asistentes técnicos y productores, deberán desarrollarse durante el ciclo del cultivo, con la finalidad de conjugar los conocimientos y las experiencias de ambos y así lograr su inmediata aplicación. Al momento en que el asistente brinde alguna sesión de entrenamiento a los agricultores, esta deberá ser teórica-práctica, para confirmar y reforzar los conocimientos del agricultor, además se debe avanzar en un modelo de capacitación en la acción, el cual puede ser aplicado como modelo para transferir técnicas, productos, conocimientos y principios.

Este trabajo de investigación participativa se realizó en la región agroecológica El Bajío que corresponde al centro-sur y sureste del estado de Guanajuato, presenta un clima templado, altitudes que van de los 1 600 a los 1 900 m, temperatura media anual de 20 °C y un rango de precipitación de 450 a 850 mm anuales. En esta región se ubican los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) 003 León, 004 Celaya y 005 Cortazar. En las tres regiones productoras

de maíz del estado de Guanajuato, centro-sur, su-
reste y norte, el cultivo de maíz es el que ocupa la
mayor extensión de siembra, lo cual ha hecho que se
conserven muchos aspectos culturales acerca de la
producción de este cultivo.

Para lograr cambios en la forma de pensar de los
productores respecto a la utilización de poblaciones
criollas de maíz, es necesario realizar actividades
que impacten al manejo de estos materiales. Por esta
razón se realizó un programa de trabajo continuo
con actividades que inciden en la capacitación de
los productores sobre técnicas de selección y dis-
tribución de semillas y métodos de incremento, de
tal forma que se tenga disponibilidad de semillas
criollas en momentos de presentarse contingencias
ambientales y factores adversos como sequías, inun-
daciones y huracanes, entre otras.

Se identificó a los custodios de las principales ra-
zas criollas del estado de Guanajuato, con lo cual se
generó un catálogo de productores por raza. Poste-
riormente el trabajo se enfocó en quienes siembran
y conservan las razas Celaya, elotes occidentales y
tablilla de ocho. Se platicó con los productores de
dichas razas para explicarles los objetivos que se
pretenden alcanzar en este proyecto, no se presen-
tó ningún problema debido a que todos aceptaron
participar como custodios de la raza que siembran.

En la primer fase cada productor sembró una
hectárea destinada a incremento y a distribución
entre productores de la zona, con lo cual quedaron
muy satisfechos ya que con base a sus peticiones se
introdujeron algunas prácticas que ellos desconocían
como la obtención de la hectárea de semilla con apli-
cación de abono orgánico (lombri composta y harina
de sangre); la aplicación de fósforo en la siembra; la
selección de semilla en planta; el entender y mane-
jar los conceptos de selección positiva y de selección
negativa; y la selección de la semilla en bodega nue-
vamente; la protección de grano y de semilla a través
de diversos métodos físicos (evitar uso de pesticidas).

Con la herramienta de fitomejoramiento participa-
tivo se combinaron acciones en el campo experimental
(genetistas) y en los campos de los agricultores para
mejorar algunas características de interés de los maí-
ces criollos como sanidad, altura y vigor, entre otras.

Además se impulsó la producción local de semillas crio-
llas sobresalientes para su distribución entre agricul-
tores interesados, es decir, llegar a desarrollar la pequeña
agroindustria comunitaria y familiar. Posterior a todas
las actividades realizadas, al momento de la cosecha se
obtuvieron seis mazorcas representativas de cada raza
y se almacenaron 200 kg en silos herméticos para que
los productores lo distribuyan en diversas modalidades
según sea la costumbre en la región, venta, cambio, prés-
tamo, intercambio y regalo, entre otras.

En la segunda fase del proyecto, en el año 2011, se
programaron y se realizaron las siguientes actividades:
mantener la misma base de custodios para las tres ra-
zas de interés; considerar únicamente 0.5 ha por custo-
dio/raza; obtener información sobre las comunidades
y los productores a quienes se distribuyó la semilla de
estas tres razas criollas, en donde se incluía una lista
de personas y la cantidad (kg) de semilla; realizar un
taller de discusión sobre la factibilidad de este método
de custodios para generar un modelo de producción
de semilla para temporal, en la cual se incluía a ins-
tituciones, investigadores y productores interesados;
iniciar la preparación de terrenos enfocados a la pro-
ducción de semilla; distribuir de forma anticipada los
fertilizantes e insumos necesarios para el desarrollo
del cultivo; llevar a cabo reuniones con custodios del
estado de Guanajuato para reforzar la idea acerca del
modelo de autogestión para la producción de semilla
criolla para temporal; realizar la siembra de la razas
Celaya, elotes occidentales y tablilla de ocho por cus-
todios del estado de Guanajuato; verificar el avance del
cultivo con la participación de los custodios; realizar
prácticas de fertilización, selección de semilla y conser-
vación de semilla para la siembra; realizar recorridos
de intercambio tecnológico con la participación de los
custodios y los productores de la región El Bajío, para
discutir aspectos que ayudan en lograr la estabilidad
del sistema de producción (labranza de conservación,
fertilización orgánica, selección de semilla, control
ecológico de plagas y almacenamiento de semilla con
seguridad); y cosechar los materiales y llevar a cabo la
distribución entre productores de la comunidad.

Resultados y discusión

Durante el año 2011 en el estado de Guanajua-
to se registró una precipitación promedio de 160 a
210 mm, por lo cual se declaró una contingencia

estatal en la producción de los principales cultivos que requieren de la precipitación para su desarrollo, como el caso del maíz, frijol, sorgo y calabaza, entre otros. En la zona sureste, la cual abarca los municipios en donde se ubican los predios de los custodios de maíz (Apaseo el Grande y Tarimoro), se registraron precipitaciones entre 350 y 420 mm. Aunado a la preparación de tierras a través de técnicas de labranza de conservación, se obtuvieron rendimientos en maíz de 2 500 a 4 000 kg/ha y en frijol se obtuvieron rendimientos por arriba de los 1 000 kg/ha. Estas condiciones propiciaron que los custodios en conjunto acumularan alrededor de 8 000 kg de semilla para el intercambio con otros productores de la zona. Las razas de maíz que se incrementaron y se distribuyeron fueron amarillo dulce, Celaya, cónico norteño, elotes cónicos, elotes occidentales y tablilla de ocho.

La distribución de la semilla se realizó por los propios custodios, la cual se llevó a cabo a través de diversas maneras como venta directa, préstamo, regalos, intercambios y donaciones. El costo por kilogramo de semilla fue de \$20.⁰⁰, de tal forma que aun cuando se presentó una contingencia ambiental fuerte, que fue la sequía, los custodios obtuvieron un precio atractivo por la semilla obtenida. En el caso de la semilla criolla de maíz Celaya, se agruparon ocho productores con el mismo tipo de semilla para realizar su distribución entre los productores de la zona y del estado de Guanajuato. Respecto a la raza tablilla de ocho se agruparon cinco productores con un similar tipo de semilla para realizar la distribución respectiva. En relación con la raza elotes occidentales fueron cuatro los productores que incrementaron la semilla para su distribución. La raza amarillo dulce y cónico norteño fueron incrementados por dos productores para su distribución. De esta forma se conformaron pequeñas redes de productores para iniciar un agro negocio, con la finalidad de cubrir la demanda de semillas criollas bajo condiciones de temporal.

El INIFAP brindó su apoyo al triangular pedidos y entregas de semilla entre los custodios, los productores y las instituciones del estado de Guanajuato. En este momento en las zonas centro-sur y sureste del estado de Guanajuato, *la semilla de custodios* de maíz se reconoce como una semilla de calidad,

por tal razón se pretende continuar con el proceso y desplantar pequeñas agroindustrias familiares para su producción. Esta es una forma de dar valor agregado a la producción y de evitar la venta de materias primas a precios bajos.

Productos entregables e indicadores de impacto

Para el ejercicio fiscal 2011, se realizaron la capacitación en agricultura de conservación, proceso que se desarrolló para conformar grupos de productores y custodios con la finalidad de evaluar, validar y transferir diversos componentes tecnológicos como labranza, nutrición, semillas, manejo de plagas, almacenamiento, comercialización y mercados, entre otros, a través de los cuales se pueda mejorar la productividad de los cultivos. De esta forma se promueve una forma alternativa de agricultura adecuada para pequeños productores que siembran bajo condiciones de temporal. La transferencia de conocimientos, principios y procedimientos hacia otros productores sobre estos componentes tecnológicos se realizará en forma activa, a través de acciones de capacitación teórico-práctico, giras de intercambio tecnológico, días demostrativos, talleres y foros regionales de discusión, en donde se promueva la transferencia de conocimientos de productor a productor. Se desarrollaron siete cursos de capacitación en los meses de enero a junio.

Asimismo se promovió la conservación, el incremento y la distribución de las principales razas criollas de maíz en Guanajuato. También se mantuvo y se incrementó la base de custodios de las razas criollas de maíz en el estado de Guanajuato. La actividad consistió en continuar el proceso que se inició en el año 2010 con tres razas importantes que se distribuyen en el Bajío Guanajuatense. En esta ocasión se trató de reforzar la formación de grupos para incrementar y para distribuir las razas Celaya y tablilla de ocho, aunque otros productores puedan continuar el mismo proceso con otras razas de maíz como amarillo dulce, cónico norteño, elotes cónicos y elotes occidentales. El objetivo es llegar a conformar pequeños agronegocios familiares que puedan incrementar y distribuir las semillas nativas de maíz en Guanajuato.

Se realizar foros, reuniones y giras de intercambio tecnológico entre productores del estado de Guanajuato para conocer, entender y promover cambios tecnológicos que ayuden a mejorar la productividad de sus cultivos. Durante el ejercicio fiscal 2011, se realizaron siete cursos de capacitación con 225 asistentes, todos ellos relacionados con el manejo integral del ecosistema. La forma de abordarlo, fue a través del entendimiento y la aplicación de cinco componentes tecnológicos dentro de sus unidades de producción. En el municipio de Irapuato se realizó un foro estatal sobre la conservación y el uso de la diversidad biológica del maíz, con 66 asistentes, en donde se expusieron los resultados sobre aspectos moleculares bioquímicos, fisiológicos y de nixtamalización de las poblaciones nativas de maíz. De igual forma se realizaron cuatro eventos demostrativos en parcelas de productores, con 348 asistentes, en donde se mostraron los avances y las experiencias de los productores sobre el manejo de la agricultura de conservación (manejo integral agroecosistema).

Conclusiones

El concepto custodios de las razas criollas de maíz, debe concebirse como *custodios de los sistemas agrícolas tradicionales de México*. La semilla es solo una parte de la unidad de producción, dentro de la cual se manejan recursos, especies (vegetales y animales), decisiones, tecnologías e intercambio de productos. El concepto debe ser más general, ya que engloba muchas más cosas que solo semilla.

El SINAREFI y otras instituciones deben dar mayor importancia a la agricultura de temporal. Es el estrato mayoritario de agricultores en México y es en donde lamentablemente los productores ya no quieren estar, por la infinidad de problemas que se les presentan. Si se considera importante la conservación de nuestros recursos suelo, agua y diversidad de especies (vegetales y animales), se deben apoyar acciones como las emprendidas por SINAREFI en cuanto al manejo integral del agroecosistema. Esto se debe hacer no por modas ni por planes políticos temporales sino por convicción y porque se requiere conservar los recursos naturales y la cultura del país. Es importante mantener la base de recursos naturales para nuestras futuras generaciones de productores.

Bibliografía

- Aguirre, G. J. A. 1999. Análisis regional de la diversidad del maíz en el sureste de Guanajuato. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México. D. F. 79 p.
- Aguirre G. J. A. y M. de L. García L. 2012. Selección para el mejoramiento de maíz criollo. Manual de capacitación. Folleto para productores. Núm. 4. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. Celaya, Guanajuato. 40 p.
- Aguirre G. J. A. y M. de L. García L. 2012. Sostenibilidad de los recursos naturales: cambio de rumbo para la agricultura de temporal. Folleto técnico. Núm. 17. INIFAP-CIRCE-CEBAJ. Celaya, Guanajuato. 46 p.
- Brush, B. C. y E. Schmidt. 1988. Agricultural Development and Diversity in México. Human Ecology. 16: 307-328.
- Lamp, 1991. Catálogo del germoplasma de maíz, tomo II editado por el Proyecto latino americano de maíz. pp. 395-703.
- Wellhausen, E. J., M. Roberts L., E. Hernández X. y Mangelsdor. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. S. A. G. Oficina de Estudios Especiales. Folleto Técnico. Núm. 5. México, D. F. 237 p.

Manejo y uso sustentable del agroecosistema milpa en razas de maíz con problemas de pérdida de diversidad en Michoacán

José Alfredo Carrera Valtierra¹.

¹Universidad Autónoma Chapingo. CRUCO. Correo electrónico: carrera6412@yahoo.com.mx.

Resumen

Actualmente los recursos genéticos vegetales están siendo conservados *in situ* bajo el sistema milpa en condiciones de agricultura campesina, lo anterior debido a la pérdida de diversidad y a la demanda de alimentos. Este sistema tradicional de conservación de la diversidad varía dependiendo de la región o de la entidad federativa donde se ubique, así como de la condición socioeconómica de quien lo maneja. En el estado de Michoacán, el sistema milpa se ha implementado en tres condiciones ambientales: en la zona del trópico, en parte del Eje Volcánico Transversal y en la región de la Ciénega de Chapala. En la zona del trópico, particularmente en la región La Costa, se efectuó la conservación *in situ* de las razas elotero de Sinaloa y reventador; y en la región Tierra Caliente se llevó a cabo la conservación de la raza conejo. En la región Costa, particularmente en la comunidad de la Ticla, situada en el municipio de Aguila las razas elotero de Sinaloa y reventador se siembran en asociación con el frijol bayo (*Phaseolus vulgaris* L.), y en menor medida con el frijol comba (*P. lunatus* L.). Junto al maíz también se cultiva la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y la calabaza (*Cucurbita moschata* L.). En la región Tierra Caliente, la raza conejo solo se siembra en asociación con la calabaza y el frijol judío (*Vigna* spp.) debido a que la planta de maíz no soporta a la planta de *P. vulgaris* L. En el Eje Volcánico Transversal, específicamente en las tierras altas de la zona Meseta Purépecha, la cual está habitada por el grupo étnico del mismo nombre, se llevó a cabo la conservación de la raza mushito de Michoacán. En esta zona, junto con la raza mushito de Michoacán se siembran la chía (*Salvia hispanica* L.), el amaranto (*Amaranthus hypocondriacus* L.), el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), el frijol ayocote (*P. coccineus* L.), el chilacayote (*Cucurbita ficifolia* L.), la calabaza (*C. pepo* L.) y la haba (*Vicia faba* L.); aunque cabe señalar que no se siembran todos los cultivos juntos en la misma milpa. Finalmente, en la zona de la Ciénega de Chapala, ubicada en el subtrópico, se efectuó la conservación de la raza zamorano amarillo, sembrada por una etnia de origen mestizo. En este sistema de producción, esta raza por lo general no se siembra en asociación con otros cultivos; aunque en algunos casos los custodios la siembran junto con dos variedades de frijol común, el frijol carita y el frijol morado. También siembran calabaza (*C. pepo* L.) en menor proporción. De los tres sistemas de producción milpa mencionados, los purépechas conservan la mayor diversidad genética, la cual se encuentra muy dispersa en la zona. Es importante señalar que en los alrededores del lago de Pátzcuaro se encuentra la mayor diversidad de asociación de cultivos.

Introducción

Hoy en día los recursos genéticos que se conservan bajo el sistema de producción milpa se están perdiendo. Las causas de esta pérdida de diversidad son los cambios ambientales, socioeconómicos, políticos, culturales y tecnológicos; los usos antropocéntricos reducidos; la migración; y las características agronómicas desfavorables. Por ejemplo, en el estado de Michoacán, el fenómeno de la migración ha propiciado la pérdida de diversidad intra e

interespecifica del sistema milpa, ya que la mujer al quedarse sola no pudo conservar todas las especies que se sembraban en este sistema de cultivo y solo conservó los cultivos más importantes para la alimentación y economía familiares. Además al haber menos mano de obra, el control de malezas del sistema milpa aumentó su costo.

Por otra parte, la introducción de cultivos económicamente más redituables, como el sorgo y el maíz mejorado, así como las hortalizas, en el Bajío y la Ciénega de Chapala, constituyen otro elemento que ha incrementado la pérdida de diversidad. El cambio climático es otro factor que incide en este problema, ya que la presencia de sequías y de heladas han ocasionado que varias razas de maíz disminuyan su existencia. Cabe destacar que el problema de las sequías se ha presentado con mayor frecuencia en la Ciénega de Chapala, en donde se conserva la raza zamorano amarillo. Respecto a la conservación *in situ* de esta raza, la mayoría de los productores solo siembra la variedad que posee un agricultor, lo que ocasiona la pérdida de diversidad. Afortunadamente dicha variedad presenta buenas características agronómicas.

En lo que respecta a la zona de la Meseta Purépecha, predominan las heladas tempranas y las heladas tardías, por lo que cuando se presentan las heladas tardías, los agricultores tienen que volver a sembrar, como ocurrió en el año 2011. Asimismo, otra situación que afecta al cultivo, ocurre cuando aparecen las heladas tempranas y el maíz está en fase de *jilote* o de elote tierno, lo que provoca la pérdida de las cosechas. En esta zona también se padece sequía, lo que agrava el problema. El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) pretende reactivar el sistema milpa; sin embargo, debe tomarse en cuenta la razón por la cual ha disminuido su empleo. De igual manera se debe considerar si una vez que concluya el apoyo a los custodios y a otros habitantes de la zona, se retomará el sistema como propio y se seguirá conservando.

Materiales y métodos

Se concientizó a los agricultores sobre la importancia de conservar y aprovechar la diversidad del maíz criollo cultivado bajo el sistema milpa, así como la situación actual y futura en la alimentación de los mexicanos. Para lograr lo anterior, se apoyó a los custodios a través de la compra de insumos agrícolas y la asistencia técnica para que llevaran a cabo la conservación *in situ* de las razas de maíces criollos. En lo que respecta a la conservación *in situ*, se apoyó económicamente a 20 productores de maíz, lo cual se realizó por medio de la adquisición de insumos agrícolas y a través del pago por servicios

de conservación. Cada custodio estableció 0.5 ha de cada una de las cinco razas que presentan problemas de pérdida de diversidad: conejo, elotero de Sinaloa, mushito de Michoacán, reventador y zamorano amarillo. En lo que se refiere a la asistencia técnica, durante el proceso de cultivo se apoyó a los agricultores, enseñándoles la manera en cómo aumentar su producción.

Para el año 2013 quedó pendiente de llevarse a cabo la elaboración del diagnóstico de los maíces criollos de Michoacán, el cual servirá para conocer los usos y las costumbres relacionados con los maíces criollos de esta entidad, además de que co-laborará en cuanto a la conservación de los componentes del sistema milpa. Actualmente se cuenta con avances en el caso de 35 razas de maíz del estado de Michoacán y únicamente falta documentar lo relacionado a las costumbres. También se elaboró un catálogo sobre cinco nuevas razas de maíz en Michoacán, el cual servirá como apoyo para la Red Maíz y para los custodios.

Resultados y discusión

En el estado de Michoacán debe llevarse a cabo el rescate del sistema milpa, principalmente con razas de maíz que sufren problemas de pérdida de diversidad. Para realizar lo anterior, se sugiere crear una nueva red, denominada Red Agroecosistemas, en la cual se integren la Red Maíz, la Red Frijol y la Red Calabaza. A través de la nueva red, los proyectos de investigación que deberán realizarse en cada entidad, tendrán que ser elaborados por al menos tres expertos, uno en maíz, otro en frijol y otro en calabaza. Además, cada proyecto debe contemplar la conservación de otros componentes del sistema milpa, para que todas las líneas de acción que considera el SINAREFI puedan ser desarrolladas en torno a ellos. Asimismo se propone que los proyectos no se planeen con base en las líneas de acción, sino que se organicen en consideración de todos los aspectos que les resultan inherentes.

Es recomendable que en cada entidad un grupo de expertos trabaje con todas las redes que constituyen al SINAREFI. Esto es posible ya que en instituciones como el Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO), de la Universidad Autónoma

Chapingo (UACH), laboran investigadores vinculados a algunas redes del SINAREFI. Tal es el caso de la Red Frijol, de la Red Maíz y de una de las redes que integra a la Macro Red Frutales. De este modo se aprovecha el trabajo que se realiza, por ejemplo, actualmente un experto relacionado con el maíz ha recolectado maíz y teocintle y pretende recolectar otros elementos que constituyen a la milpa, como son: amaranto, cacahuete, calabaza, chilacayote, frijol y jamaica, entre otros. Es importante señalar que en el estado de Michoacán también existen otras especies silvestres que deben conservarse, como el algodón, la dalia, la papa silvestre, la vid y la zarzamora.

En lo relacionado a la conservación *in situ* del maíz, actualmente en Michoacán se están conservando las razas: conejo, elotero de Sinaloa, mushito de Michoacán, reventador y zamorano amarillo, lo cual es llevado a cabo por al menos 20 custodios. Además de que se cuenta con una muestra de al menos 100 variedades de frijol. Hasta el momento hace falta recolectar el resto de los componentes del sistema milpa. Cabe señalar que en el estado de Michoacán se presentó una buena temporada de lluvias por lo que en general se aseguró la cosecha de las razas custodiadas.

Productos entregables e indicadores de impacto

Se apoyó la custodia de las razas: conejo, elotero de Sinaloa, mushito de Michoacán, reventador y zamorano amarillo. Cada raza fue custodiada por cuatro agricultores. Con apoyo del SINAREFI, cada uno de ellos se comprometió a sembrar 0.5 ha de maíz bajo el sistema milpa y a conservar una muestra de 200 kg de semilla, la cual podría ser compartida con agricultores de la zona en caso de sequía, inundaciones, ataque de plagas u otra catástrofe. Asimismo se elaboraron las fichas técnicas de los cultivos y de los productores. Por otra parte, se incrementó la cantidad de semilla de las mejores colectas de frijol para ser entregada a los custodios de las razas: conejo, elotero de Sinaloa, mushito de Michoacán, reventador y zamorano amarillo.

Debido a la pérdida de diversidad de los componentes genéticos del sistema milpa, se recolectaron muestras de frijol. Aún falta recolectar muestras de cacahuete, calabaza, chícharo, chilacayote,

frijol judío, haba y jamaica. Cabe señalar que también se produjo semilla criolla mejorada de las razas chalqueño, ratón, tuxpeño y vandeño. Con la finalidad de apoyar documentalmente a los custodios de las razas de maíces criollos y a los integrantes de la Red Maíz, se elaboró el libro *Cinco razas de maíz en el occidente de México*. De igual modo se brindó capacitación permanente al agricultor y se aplicaron los paquetes tecnológicos que podrían incrementar el rendimiento del sistema milpa.

Indicadores

A la fecha solo se han seleccionado 16 custodios para que conserven y aprovechen *in situ* las razas de maíz: conejo, elotero de Sinaloa, mushito de Michoacán, reventador y zamorano amarillo, las cuales presentan problemas de pérdida de diversidad bajo el sistema milpa, en el estado de Michoacán. Asimismo 13 de los custodios lograron conservar 200 kg de semilla, por cada uno. También se elaboró el libro *Cinco razas de maíz en el occidente de México*, como parte del apoyo brindado a los custodios y a los integrantes de la Red Maíz. Cabe destacar que se logró el incremento de la cantidad de semilla de frijol y que falta por recolectar el resto de los componentes del sistema milpa.

Conclusiones

Debido a la pérdida de diversidad del sistema milpa, el SINAREFI, a través de la Red Maíz pretende conservar *in situ* el cultivo de maíz y sus componentes. Sin embargo, se requiere de cursos de capacitación acerca del tema y que otras redes, como la Red Frijol y la Red Calabaza, se integren a la Red Maíz para generar un conocimiento holístico, acerca de su conservación y su aprovechamiento. Además, es pertinente que cada proyecto llevado a cabo en cada entidad incluya a la mayoría de líneas de investigación que desarrolla el SINAREFI. No es recomendable que por cada línea de acción, el investigador someta a aceptación ante esta instancia un proyecto de investigación. Es importante recalcar que existen investigadores que para llevar a cabo las actividades de incremento de semilla de poblaciones con potencial, solicitan hasta \$70,000.⁰⁰ o más cuando en realidad para dicha labor solo se requieren \$10,000.⁰⁰. Por lo que si se suman tres o cuatro

proyectos, el monto que se puede llegar a solicitar ante el SINAREFI rebasa los \$250,000.⁰⁰, lo que significa un mal empleo de los recursos económicos. Por otra parte, es positivo mencionar que durante el año en que se realizó este proyecto, se presentó una buena temporada de lluvias por lo que a los custodios y a los agricultores les fue bien y se lograron cumplir los objetivos del proyecto.

Manejo integral del agroecosistema milpa tradicional en Yucatán

Luis Antonio Dzib Aguilar¹ y Luis Manuel Arias Reyes².

¹Universidad Autónoma Chapingo. CRUPY. Correo electrónico: luisdzib@prodigy.net.mx. ²Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados. Unidad Mérida. Correo electrónico: lmarias@mda.cinvestav.mx.

Resumen

Los diversos agroecosistemas de la milpa tradicional, los cuales son manejados por distintos tipos de campesinos tradicionales en el estado de Yucatán, tienden a reducir la producción de productos con valor agronómico, como en el caso de los granos de maíz y de frijol y de las semillas de calabazas. Esta reducción es consecuencia de la disminución en los tiempos de descanso de los campos previo a ser usados como milpas; del cambio climático en las zonas agroecológicas milperas; y de las nuevas estrategias productivas de las familias campesinas milperas yucatecas. En estas unidades productivas se observa una tendencia creciente de campesinos que optan por un trabajo asalariado, lo cual modifica las labores de la milpa. A principios de la primera década del siglo XXI, las opciones para aumentar la productividad de las plantas cultivadas en las milpas tradicionales yucatecas eran los fertilizantes para suministrar nutrientes a las plantas cultivadas; los herbicidas para disminuir la competencia de las hierbas a los cultivos; y el control tradicional de la depredación. La difusión técnica personal a líderes de innovación campesina es un procedimiento que permite un mejor proceso de adaptación a las novedades implementadas en los distintos agroecosistemas manejados por diferentes tipos de campesinos yucatecos. El uso de maíces mejorados es la otra opción que presenta una posibilidad de incrementar la productividad de los agroecosistemas tradicionales de la milpa en el estado de Yucatán.

Introducción

Los diversos maíces en el estado de Yucatán se utilizan en varios agroecosistemas y son manejados por medio de las prácticas culturales tradicionales de roza, tumba y quema con descanso largo; roza y quema con descanso corto; roturación de temporal; y roturación de riego, lo cual permite la obtención de biomasa útil, principalmente grano.

El rendimiento del grano de maíz en los agroecosistemas tradicionales está influenciado por diversos factores, tales como el comportamiento de las lluvias, la fertilidad de los suelos, la competencia de arvenses y la depredación. Para aumentar las probabilidades de obtener mayores rendimientos de grano de maíz, se cultivó en los agroecosistemas de la milpa tradicional en las localidades de Xoy y Yaxcabá, en el estado de Yucatán.

En las localidades de Xoy y Yaxcabá, durante el año 2012, el comportamiento de las lluvias fue atípico y la depredación por parte de los animales se incrementó

para el caso de ambas localidades, por lo que se decidió cultivar en una localidad adicional, lo cual se realizó con la ayuda de un sistema de riego y con un mayor control de los depredadores. Esto se realizó con base en las experiencias obtenidas en los años en que se presentaron sequías en las zonas agroecológicas milperas en la comunidad de Muna (Dzib, 2008).

Los objetivos del presente trabajo son: manejar integralmente el agroecosistema para incrementar los productos con valor económico de las poblaciones cultivadas con maíz en los agroecosistemas de la milpa tradicional del estado de Yucatán; aplicar técnicas de manejo para el incremento de nutrientes en los suelos cultivados con poblaciones de maíz de la raza nal-tel y dzit-bacal, de grano blanco y amarillo; ejecutar técnicas de manejo para la disminución de la competencia de arvenses en poblaciones de maíz; utilizar técnicas de manejo para la disminución de la depredación de aves y mamíferos en poblaciones de

maíz; y realizar la capacitación y difusión del sistema milpa entre los custodios participantes.

Con la finalidad de reforzar el propósito de obtener biomasa derivada de las poblaciones de maíz con valor agronómico, se manejaron poblaciones derivadas de cruza entre razas, debido a que se ha observado que algunas de ellas son tolerantes a la sequía. Lo anterior se realizó durante un año de comportamiento atípico de las lluvias y el incremento de la depredación. Además se cultivó en una parcela con ayuda de un sistema de riego.

Materiales y métodos

Las poblaciones de maíces (*Zea mays* L.) de las razas nal-tel y dzit-bacal, asociadas con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ib (*Phaseolus lunatus* L.) y calabazas [*Cucurbita moschata* (Duch.) Duch. ex. Poir y *Cucurbita argyrosperma* Huber], se cultivaron en diversos agroecosistemas en los cuales se utilizaron agroquímicos fertilizantes y herbicidas.

Las poblaciones de maíz cultivadas en el estado de Yucatán incrementan su rendimiento de grano con el uso de fertilizantes; sin embargo, estos nutrientes solo producen el aumento de los rendimientos con humedad disponible, por lo que se buscó reproducir semillas de dichas poblaciones en una parcela con ayuda de un sistema de riego en la localidad de Muna, Yucatán. Las poblaciones establecidas se manejaron con planes de cultivo por cada custodio, en forma similar como propuso Hart (1985). La capacitación se realizó empleando la divulgación individual, la cual consiste en visitar los sitios de cultivo y facilitar el acceso a los fertilizantes y herbicidas. Los resultados se dieron a conocer tanto a los custodios como a personas interesadas a través de la participación en ferias de semillas (Dzib, 1987).

Resultados y discusión

Los resultados que se obtuvieron por medio de la cooperación con los custodios, en las localidades de trabajo, se describen a continuación en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Relación de custodios que cooperaron durante el año 2012 en el estado de Yucatán.

Custodio	Localidad	Razas	Color del grano	Cultivos asociados
Daniel Palomo Kahuil	Xoy	Tuxpeño o X Nal-Tel	Amarillo	Ib blanco
Alberto Palomo Yah	Xoy	Dzit-Bacal	Blanco	Ib blanco y rojo
Luciano Uc Navarro	Yaxcabá	Nal-Tel	Amarillo	Frijol y calabaza

Yaxcabá

Las actividades realizadas con productores cooperantes del agroecosistema de la localidad de Yaxcabá se llevaron a cabo siguiendo el plan de manejo. Se utilizó semilla seleccionada de maíz nal-tel, la cual desde hace varios años se ha reintroducido a las comunidades milperas del estado de Yucatán mediante un proceso de rescate y conservación *in situ*, a través de milperos relacionados con el proyecto (Figura 1).



Figura 1. Semilla usada en Yaxcabá.

Se preparó el terreno mediante las labores de roza y quema en suelos negros denominados localmente *ho luum*, durante la época de seca en el mes de abril (Figura 2).



Figura 2. Preparación del terreno en la localidad de Yaxcabá.

En una milpa *de suelos rojos* de la localidad de Yaxcab se sembraron semillas seleccionadas de maíz dzit-bacal blanco con el sistema de cultivo asociado: maíz, frijol y calabaza, de variedades locales.

La sequía es el principal problema que afecta a las siembras de las milpas del ejido de Yaxcabá durante los meses de mayo y junio. De acuerdo a la normatividad del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), se entregaron insumos como parte del apoyo comprometido con el productor cooperante (Figura 3).



Figura 3. Entrega de herbicida a custodio de la localidad de Yaxcabá.

Los agroquímicos son aplicados de acuerdo a las indicaciones técnicas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y a experiencias en el manejo de estos agroquímicos por parte de milperos locales, con el objetivo de que permitan mantener la diversidad local de gramíneas, leguminosas y cucurbitáceas cultivadas en el agroecosistema milpa.

La parcela de la raza de maíz nal-tel, del ciclo 2012 en la localidad de Yaxcabá, se sembró con retraso debido a la sequía inicial que ocurrió en la zona maicera. Posteriormente llovió y nuevamente se declaró una sequía, así que el custodio, el señor Luciano Uc, quien también es comisario ejidal, consideró que podría cosechar solo el 50 % de lo esperado; sin embargo, tres semanas después se presentó una depredación intensa por parte de mapaches, jabalíes y pájaros, lo que limitó totalmente la posibilidad de cosecha. Según el señor Luciano la situación que se presentó en su parcela es similar a lo ocurrido a casi el ochenta por ciento de los milperos de la zona.

Capacitación y difusión

La capacitación se realizó con la colaboración del señor Luciano, principalmente a través de la facilitación de los fertilizantes y los herbicidas solicitados por él. Debido a que el señor Luciano es el comisario ejidal de Yaxcabá, la difusión se llevó a cabo con los ejidatarios por medio de asambleas ejidales. En dichas asambleas fue posible informar acerca de los resultados del programa de manejo del agroecosistema milpa apoyado por el SINAREFI.

Xoy

Con el productor cooperante se han realizado las siguientes actividades del plan de manejo del agroecosistema del ejido Xoy: se utilizó semilla seleccionada de maíz dzit-bacal de color blanco, variedad C2 SMVE, del banco de semillas de la milpa de Xoy. En la Figura 4, en los extremos se aprecian las semillas de ib (*Phaseolus lunatus* L.) almacenadas en botellas de plástico, en tanto que las botellas restantes que están ubicadas al centro pertenecen a semillas de maíz.



Figura 4. Siembra de semilla seleccionada en el ejido de Xoy.

En la época de seca en el mes de abril se preparó el terreno mediante la práctica de roza quema (Figura 5).



Figura 5. Preparación del terreno con roza quema.

Se sembraron las semillas seleccionadas de maíz dzit-bacal y de frijol ib blanco, las cuales se asociaron con otras semillas de maíz nalxoy amarillo y de frijol ib rojo, obtenidas en el banco de semillas de la milpa de Xoy (Figura 6).



Figura 6. Siembras con semillas seleccionadas.

La siembra se inició en el mes de mayo, de tal manera que se aprovecharan los chubascos que cayeron en el oeste del ejido de Xoy, lugar donde se encuentra la parcela del productor cooperante. El maíz precoz nal-tel, al momento de sembrarlo fue depredado, asimismo la falta de lluvias no permitió su resiembra. Durante los meses de mayo y junio, la depredación del cultivo por parte de aves y ratones fue el principal problema de las siembras en las milpas del ejido y del productor cooperante. Se controlaron estas plagas con apoyo de técnicas locales.



Figura 7. Evidencias de la depredación causada por aves y ratones.

Se apoyó en especie al productor cooperante, de acuerdo a la normatividad del SINAREFI. Se entregaron 150 kg de fertilizante fosfato diamónico y 5 L de herbicida paraquat por hectárea, acorde con las indicaciones técnicas del INIFAP. De acuerdo a la experiencia de los milperos del ejido Xoy en el manejo de estos agroquímicos, dichas indicaciones fueron modificadas y adaptadas de tal modo que permitieran mantener la diversidad de gramíneas, leguminosas y cucurbitáceas cultivadas en el agroecosistema (Figura 8).



Figura 8. Entrega de agroquímicos de acuerdo a las normas del SINAREFI.

La demostración del uso de herbicidas en el control de hierbas de la milpa, se efectuó utilizando el *método del productor al productor*, como parte del proceso de divulgación individual. La aplicación del herbicida se realiza utilizando una mascarilla y botas para evitar intoxicaciones en la persona que lo aplica (Figura 9).



Figura 9. Control de hierbas en la milpa.

Control de la depredación de mazorcas

Las mazorcas con granos en etapa lechosa fueron depredadas por pájaros y mamíferos, principalmente ardillas y mapaches. Para controlarlos se utilizaron espantapájaros y se realizó la dobla de las cañas de maíz. En relación a la cosecha, el maíz se dobló en octubre y se cosechó en el mes de enero del año 2013. La difusión de resultados se efectuó a través de la participación en ferias de semillas. Para llevar a cabo lo anterior las semillas de los maíces dzit-bacal y tuxpeño x nal-tel se cosecharon y se resguardaron con la intención de prepararlas para llevarlas a diversas ferias de semillas.

Muna

Durante el mes de mayo se realizó la práctica roza y quema para llevar a cabo la preparación del terreno (Figura 10).



Figura 10. Preparación del terreno con la práctica de quema.

Instalación de sistema de riego de auxilio

Se instaló un sistema de riego presurizado por cintillas con el propósito de suministrar agua a las plantas de maíz en caso de que se pudieran presentar periodos de sequía (Figura 11).



Figura 11. Sistema de riego de la comunidad Muna.

Siembra

Se sembraron ocho poblaciones de maíces de los cuales cuatro son nativos, nal-tel Quintana Roo 39, nal-tel blanco de Xoy, nal-tel amarillo de Xoy, dzit-bacal; tres son mejorados, nalxoy blanco, santa Rosa, sac be; y uno introducido, chapalote (Cuadro 2).

Cuadro 2. Maíces sembrados y las fechas en las que espigaron, en la localidad de Muna, en el estado de Yucatán.

Nombre del maíz	Fecha de siembra	Fecha de espigamiento
Nal-tel Quintana Roo 39	12/07/2012	29/08/2012
Nal-tel blanco de Xoy	13/07/2012	30/08/2012
Nal-tel amarillo de Xoy	14/07/2012	09/09/2012
Dzit-bacal	12/07/2012	22/09/2012
Nal-xoy blanco	28/06/2012	01/09/2012
Santa Rosa	14/07/2012	09/09/2012
Sac be	12/07/2012	11/09/2012
Chapalote	13/07/2012	06/09/2012

En la información del Cuadro 2 se observa la precocidad de los maíces del grupo nal-tel y chapalote, lo tardío del dzit-bacal y lo intermedio de los mejorados.

Control de competencia de hierbas

Antes de que se iniciara la elongación de entrenudos del maíz se realizó el deshierbe manual y la aplicación de herbicidas preemergentes de contacto y de herbicidas postemergentes.

Fertilización

Se fertilizó utilizando el fosfato diamónico, colocando 10 g por mata a 5 cm de distancia de las plantas, las cuales estaban distribuidas en hileras de 1 m por 0.5 m. La distribución anterior dio como resultado la formula 36-92-00.

Riegos de auxilio

Se aplicaron riegos de auxilio cuando se presentaron periodos de sequía en los meses de julio y agosto.

Manejo de la depredación

Para evitar que las mazorcas de maíz fueran depredadas por aves y mamíferos, durante el periodo del 27 de agosto al 28 de octubre del año 2012, se cuidó la milpa durante el día por un tiempo de nueve semanas para evitar el ataque de depredadores (Figura 12).



Figura 12. Maíz nal-tel protegido de la depredación.

Cosecha

Se cosecharon las mazorcas de maíz en los meses de noviembre y diciembre del año 2012. Durante el mes de enero del año 2013 se preparó la semilla para su almacenamiento. Las semillas que se conservaron en los almacenes tradicionales se usarán para ser cultivadas durante el año 2013 y para ser llevadas a las ferias de semillas.

En la milpa tradicional del estado de Yucatán existe la tendencia de usar la tierra para la siembra

del maíz y cultivos asociados, con tal frecuencia que no se permiten los ciclos naturales de reposición de nutrientes, por lo que se ha tenido que recurrir a la fertilización.

La utilización de las técnicas de manejo de fertilizantes permitió el incremento de nutrientes en los suelos cultivados con poblaciones de maíz nal-tel y dzit-bacal, de grano blanco y de grano amarillo. Los rendimientos promedio estimados por hectárea fueron de 650 kg en el caso del nal-tel y de 1 000 kg en lo correspondiente al dzit-bacal. Ambos rendimientos fueron calculados en grano seco.

El ib, una leguminosa que se cultiva con técnicas tradicionales, es utilizado para reducir la competencia de arvenses y así evitar en menor medida el uso de los herbicidas. Cabe señalar que se perdió la cosecha por el exceso de humedad debido a los nortes ocurridos durante el mes de enero del año 2013. Las arvenses crecen en mayor medida en milpas cultivadas en suelos con reducido tiempo de descanso. El problema anterior no es posible resolverlo utilizando control tradicional por lo que se emplea el herbicida. El manejo que se realiza antes y después de la siembra disminuye la competencia de arvenses en poblaciones de maíces nal-tel y dzit-bacal, de grano blanco y amarillo.

La depredación en la milpa se controla con técnicas tradicionales, entre las que se encuentran la cacería y el uso de espantapájaros y de cebos envenenados para evitar que pájaros y mamíferos se coman mazorcas de maíz y otros productos como frijoles y calabazas, entre otros. Dichas técnicas de manejo tradicional evitaban la depredación de poblaciones de maíz nal-tel y dzit-bacal, de grano blanco y grano amarillo. Es necesario hacer énfasis que estas labores demandan trabajo adicional pero que tienen éxito cuando es posible aplicarlas.

En los agroecosistemas de la milpa tradicional del estado de Yucatán, durante la época de sequía se requiere de maíces que sean tolerantes a este fenómeno para obtener mejores cosechas. El nal-xoy amarillo cultivado en la milpa de la localidad de Muna, así como el suministro de humedad mediante la ayuda de riego, es un ejemplo de lo anterior.

Se proporcionó capacitación a los custodios de las localidades de Xoy y de Yaxcabá, lo cual se realizó en consideración de las características y la situación específica de los sistemas de producción de la milpa de cada comunidad, el tipo de productor al que pertenece cada custodio y los procesos tradicionales de generación y transferencia de tecnología agrícola tradicional. Lo anterior se desarrolló mediante la divulgación individual, la participación en asambleas ejidales y las ferias de semillas.

Productos entregables e indicadores de impacto

Entre los productos entregados se encuentran las fichas de los maíces dzit-bacal y nal-xoy amarillo, así como del ib.

El manejo de diversos agroecosistemas con diferentes sistemas de cultivo, en los cuales se actualizaron los procedimientos de apoyo a distintos tipos de milperos, a través de la entrega en la comunidad de fertilizantes y herbicidas y de la asesoría técnica personal, representan el indicador de impacto del presente trabajo, ya que tuvieron influencia positiva en el mantenimiento e incremento de la productividad de los cultivos de maíz.

Conclusiones

La fertilización es una opción para incrementar los rendimientos de grano de maíz cultivados en las milpas tradicionales del estado de Yucatán. La aplicación de herbicidas reduce la competencia de las arvenses en las plantas cultivadas de la milpa tradicional. La tecnología agrícola tradicional es una opción que permite el control de la depredación siempre y cuando se pueda realizar el trabajo adicional que se requiere para aplicarla. El uso de maíces tolerantes a las sequías y la ayuda del riego son opciones que aumentan la posibilidad de producir granos de maíz.

Los custodios que emplean técnicas tradicionales logran cultivar leguminosas de hoja ancha a través del uso de herbicidas para disminuir la competencia de las arvenses. La capacitación y divulgación se diseña y desarrolla de acuerdo con las circunstancias de cada comunidad y de los sistemas de producción de la milpa, con base en diálogos continuos con los custodios durante el proceso.

Bibliografía

- Aria R., L. M. 2004. Diversidad genética y conservación *in situ* de los maíces locales de Yucatán, México. Tesis doctoral de Ciencias en Bioquímica. Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán. 126 p.
- Dzib A., L. A. 2008. Estudio etnobotánico y de germoplasma de partida para el mejoramiento participativo de maíz en Yucatán. Tesis doctoral en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán. 102 p.
- Dzib A., L. A. 1987. Invitación a la innovación mediante la experimentación y divulgación agrícola: el caso de la milpa en Becanchén, Yucatán. México. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 261 p.
- Hart, R. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Turrialba. Costa Rica. 159 p.
- Ortega P., R. 1985. Recursos genéticos para el mejoramiento de maíz en México. Germen. 3: 19-36.

Manejo y uso sustentable del agroecosistema milpa en Jalisco

Luis Sahagún Castellanos¹.

¹Universidad Autónoma Chapingo. CRUOC. Correo electrónico: lsahagunc@hotmail.com.

Resumen

Se estableció un acuerdo con cuatro productores de las razas complejo serrano de Jalisco y dulce de Jalisco, para que cada uno cultivara una hectárea con base en el sistema milpa y recibiera el pago por servicios de conservación y de promoción. Esta última actividad se realizó mediante el reparto de 94 kg de la semilla cosechada entre otros productores de las razas mencionadas. En diferentes municipios del estado de Jalisco se recorrieron varias zonas con el fin de localizar a productores de las razas complejo serrano de Jalisco y dulce de Jalisco. En el presente documento se informa acerca del destino que tuvo la semilla promovida por los custodios. En lo que respecta a la raza dulce de Jalisco, esta fue poco aceptada. En el caso de la raza complejo serrano de Jalisco, esta tuvo muy buena aceptación, con una excepción de una raza de maíz dulce. Los cultivos de los custodios, tanto de la raza dulce de Jalisco como de la raza complejo serrano de Jalisco, tuvieron un desarrollo aceptable, de tal forma que se pudo cumplir con los compromisos establecidos.

Introducción

La palabra milpa deriva del vocablo náhuatl *milli*, que quiere decir «heredad, y *pan*, en, sobre». La milpa es un terreno dedicado al cultivo del maíz y a veces de otras semillas y su aplicación data desde la época prehispánica (RAE, 2012). En la actualidad la milpa es la base de la alimentación de un sector de la población, ya que incluye el cultivo del maíz en combinación con diversas especies de frijoles, calabazas y arvenses. Asimismo es el principal sostén de la economía campesina y ha enriquecido la biodiversidad agrícola. Reyes (1990) señala que en el trópico la milpa es un sistema de agricultura utilizado básicamente para el cultivo del maíz. A dicho sistema también se le conoce como roza, tumba, quema y siembra. Este sistema se practica en áreas cuyas precipitaciones varían desde los 750 hasta 4 500 mm. La *roza* se aplica en terrenos cubiertos de vegetación primaria o secundaria y consiste en el desbroce de arbustos de porte bajo, a través del uso del machete; la *tumba* radica en el derribe de estos por medio del empleo del hacha; y la *quema* se realiza poco antes de la temporada de lluvias, una vez distribuidos y picados los restos de la vegetación en el terreno de tal modo que quede listo para efectuar la *siembra*, la cual se realiza con el uso de la coa. Otra forma de preparar la tierra es por medio del empleo

de herbicidas no selectivos, tales como el glifosato, el cual es capaz de eliminar toda la maleza que sea rociada. Sin embargo, el uso de estos herbicidas en la agricultura moderna limita el desarrollo de los cultivos asociados y ha acelerado la desaparición de las distintas especies.

En muchas zonas de México se siembran entre las plantas de maíz varios tipos de frijoles y calabazas, antes, durante y después de la siembra. La asociación maíz, frijol y calabaza se encuentra en las milpas de casi todas las zonas ecológicas; aunque cambian las razas y variedades utilizadas e incluso las especies, según las características ambientales y las costumbres y los gustos culinarios de cada grupo humano. Así como se encuentran muchas razas de maíz, frecuentemente se utilizan cinco especies distintas de frijol y cuatro especies diferentes de calabaza (Aguilar *et al.*, 2003). La milpa facilita la obtención de productos durante casi todo el año, sean o no cultivados. Por tal motivo en este trabajo los objetivos fueron: localizar las razas complejo serrano de Jalisco y dulce de Jalisco, cultivadas dentro del agroecosistema milpa, así como las especies que se establecen en el mismo; capacitar y asesorar a los productores participantes del agroecosistema con el fin de dar seguimiento a

la raza complejo serrano de Jalisco y a la raza dulce de Jalisco, sembradas cada una en una hectárea; y proporcionar el apoyo que otorga la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para el establecimiento del cultivo con el fin de obtener al menos 50 kg de cada lote de maíz de la razas complejo serrano de Jalisco y dulce de Jalisco y semilla de los otros cultivos, para dejarlos en custodia como reserva de semilla con el productor y separar en cada caso 6 kg de semilla de maíz y 1 kg de semilla de cada cultivo, para enviarlos al banco de germoplasma del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA).

Materiales y métodos

Se recorrieron algunas zonas del estado de Jalisco con el fin de localizar en diferentes municipios a los productores de las razas complejo serrano de Jalisco, dulce de Jalisco y tabloncillo. Se les explicó la importancia de la labor que por tantos años han desarrollado al efectuar la conservación de sus maíces y demás especies que constituyen la milpa. También se les explicó acerca de la entrega del incentivo por pago de servicios de conservación, el cual consiste en apoyar con insumos el desarrollo favorable del cultivo a cambio de la entrega de 6 kg de maíz y 1 kg de semilla de cada una de las especies cultivadas en la milpa, para su posterior envío al banco de germoplasma del CUCBA, así como de 94 kg de maíz para realizar actividades de promoción entre productores de la zona.

Resultados y discusión

La raza de maíz dulce de Jalisco se cultiva bajo el sistema de producción en *coamil*, el cual consiste en sembrar en terrenos que presentan pendiente a través del uso de una herramienta llamada coa, con la cual se hace un hoyo en el suelo para depositar la semilla. En el caso de la raza no definida (complejo serrano de Jalisco) su sistema de producción se realiza mecánicamente y en *coamil*. Se localizó a los productores que disponían del material en riesgo de desaparición. Cabe señalar que se presentó una buena temporada de lluvias por lo que en general, se obtuvieron cosechas entre regulares y buenas en el caso de la mayoría de los custodios, quienes también obtuvieron cosechas del resto de cultivos incluidos en el agroecosistema, con excepción de un custodio que solo cosechó maíz dulce.

El apoyo se entregó conforme al requerimiento de los custodios, ya fuera en especie o en efectivo. A partir de la cosecha se hizo la selección de mazorcas, las cuales podrían ser utilizadas para obtener semilla. Se separaron los 100 kg comprometidos con el SINAREFI, de los cuales 94 kg se destinaron para la promoción a través de su reparto entre otros agricultores. Por otra parte los 6 kg de maíz restantes se documentaron y se enviaron al banco de germoplasma del CUCBA junto con 1 kg de semilla de cada uno de los demás cultivos presentes en el agroecosistema.

Propuestas

Se sugiere que se promueva el uso de los maíces criollos y se obtengan diversos productos con el fin de generar un valor agregado. Es importante que todas las partes de las plantas de las variedades criollas constituyan la materia prima para la elaboración de diversos productos, desde alimentos y golosinas hasta las artesanías más sofisticadas. Lo anterior podría lograrse a través de la participación en los programas gubernamentales del Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y los programas coordinados por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), tales como Oportunidades y todos aquellos que de alguna u otra forma promueven el desarrollo rural del país. Para participar en este tipo de programas es muy útil la colaboración de los Prestadores de Servicios Profesionales (PSP) quienes se encuentran capacitados en el diseño de proyectos para el desarrollo rural. Finalmente deben buscarse los mecanismos adecuados para lograr la comercialización óptima de los productos que se obtengan a partir tanto del grano como de otras partes de la planta, con el fin de incrementar los ingresos de los agricultores.

Conclusiones

El programa de Pago por Servicios de Conservación es muy útil para llevar a cabo la conservación *in situ* de los recursos genéticos que se encuentran en peligro de perderse; sin embargo, es más efectivo que el material custodiado se conserve mediante el desarrollo de la creatividad de los productores a fin de que encuentren formas de obtener un valor agregado para el maíz criollo y demás productos obtenidos a través del sistema milpa. Por medio del desarrollo de la creatividad y en coordinación con

los programas gubernamentales se podría promover la creación de micro empresas a través del uso de los maíces criollos y demás excedentes de los cultivos del sistema milpa. Como consecuencia del empleo que se le pudiera brindar al consumo de los maíces criollos y demás productos obtenidos de la milpa, se podría generar una demanda de granos de este sistema, de tal manera que no se requiriera del pago por servicios de conservación ya que este sistema sería autosustentable.

Bibliografía

Aguilar, J., C. Illsley y C. Marielle. 2003. El sistema agrícola de maíz y sus procesos técnicos. *In*: Esteva, G. y C. Marielle (coordinadores). Sin maíz no hay país. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Dirección General de Culturas Populares e Indígenas. México, D. F. pp. 83-122.

RAE. 2012. Diccionario de la Lengua Española. 20.^a ed. Consultado en línea: <http://www.rae.es/>.

Reyes C., P. 1990. El maíz y su cultivo. AGT Editor S. A. México. 460 p.

Manejo integral del agroecosistema en Sonora

Manuel de Jesús Guerrero Herrera¹, Alejandro Ortega y Corona², Oscar Cota Agramont³ y Edgar Adalberto Cubedo Ruiz⁴.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle del Yaqui. Correo electrónico: guerrero.manuel@inifap.gob.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle del Yaqui. Correo electrónico: ortega.alejandro@inifap.gob.mx. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle del Yaqui. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle del Yaqui.

Resumen

Con el apoyo del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) se pretende incentivar la siembra de maíces nativos para preservar este invaluable recurso genético en peligro de desaparecer, por lo que se planteó el objetivo de apoyar económicamente a los agricultores custodios, con la intención de lograr la conservación de cuatro razas de maíces nativos de Sonora, dentro de su agroecosistema. Las razas que se conservaron fueron blando de Sonora, chapalote, dulcillo del noroeste, gordo y onaveño, las cuales son razas endémicas de la zona noroeste de México. En el proyecto participaron nueve productores de maíces nativos, siete que ya habían participado en el programa durante los años 2009 y 2010, así como dos nuevos integrantes. Se apoyó con la cantidad de hasta \$10,000.⁰⁰ por hectárea sembrada, a través de la adquisición de equipo y de insumos; y del pago de labores de establecimiento, mantenimiento, cosecha y conservación. Después de cosechar, los custodios guardaron su semilla para sembrarla el próximo año, además de 70 kg para compartirlos. Se entregó una muestra de 3 kg para su posterior conservación en el banco de germoplasma, la cual se envió al SINAREFI con sus correspondientes datos pasaporte para su resguardo. Las actividades se realizaron en el estado de Sonora, particularmente en los municipios de Huásabas, Moctezuma y Yécora. Todos los productores sembraron y los cultivos se desarrollaron bien gracias al buen año de temporal que ocurrió en la zona. Se le dio seguimiento a las actividades mediante visitas periódicas y se registró la información en fichas correspondientes a custodios y a razas, así como los datos pasaporte. Asimismo se establecieron convenios, se entregó el apoyo comprometido y se tomaron fotografías.

Introducción

Los maíces nativos de Sonora anteriormente se sembraban en todo el estado y con el paso del tiempo fueron desplazados hacia la zona serrana. Actualmente el riesgo de perder esta diversidad no solo se debe a la introducción de cultivares mejorados a los valles de producción intensiva desde hace más de 50 años, sino también a la exposición a factores climáticos, por ejemplo los regímenes azarosos de lluvia, a las plagas y a factores demográficos, como la migración de los agricultores jóvenes y la avanzada edad de los custodios de este importante recurso fitogenético, quienes en el mediano plazo no tendrán a quien transferir los materiales y el conocimiento que poseen acerca del cultivo del maíz (Guerrero *et al.*, 2010).

Los maíces nativos presentan cualidades de adaptación que les permite ser productivos en las situaciones precarias que se presentan en las áreas de temporal. Algunos de estos materiales también presentan características de potencial interés en el ámbito industrial, como los pigmentos de los maíces amarillos, rojos, azules o cafés; y los tipos de almidón que se encuentran en los maíces blando de Sonora, harinoso de ocho, chapalote, reventador y dulcillo del noroeste. El contenido y la calidad del aceite y de la proteína, también podrían proporcionarle valor agregado a estas razas. La variabilidad genética puede ser utilizada para producir variedades de maíz con características deseables para diferentes tipos de industrias (Vázquez *et al.*, 2011).

La evolución dinámica de la sociedad, acompañada por una intensa innovación tecnológica y biológica en búsqueda de una mejor calidad de vida, ha provocado cambios socioeconómicos que impactan al agroecosistema, modificando los valores, usos y costumbres de los sistemas tradicionales y perturbando el entorno local, regional, nacional e internacional. Las regiones megadiversas que albergan a los centros de origen de algunos cultivos y a la excepcional riqueza biológica, resultan impactadas negativamente por tales procesos, así como por el cambio climático, lo que altera la distribución y la abundancia relativa de los maíces nativos, de sus parientes silvestres y de otros organismos (Ortega *et al.*, 2011b). Con el apoyo del SINAREFI se pretende incentivar la siembra de maíces nativos para preservar este invaluable recurso genético en peligro de desaparecer, por lo que se planteó el objetivo de apoyar económicamente a los agricultores custodios de cuatro razas de maíces nativos de Sonora.

Materiales y métodos

Las razas que se conservaron fueron blando de Sonora, chapalote, dulcillo del noroeste, gordo y onaveño, razas endémicas de la zona noroeste de México (Ortega *et al.*, 2011a). Para llevar a cabo el programa se estableció contacto con nueve productores de maíces nativos, siete de los cuales habían participado en el programa durante los años 2009 y 2010. Los otros dos productores colaboraron por primera vez, en este caso para el programa 2011. Se ofreció la cantidad de hasta \$10,000.00 por hectárea sembrada, a través de la adquisición de equipo y de insumos y del pago por labores de establecimiento, mantenimiento, cosecha y conservación. Los agricultores se comprometieron a cosechar y conservar 70 kg del material custodiado, los cuales estarían disponibles para compartirse con otros agricultores durante el año posterior al señalado en este reporte. Asimismo, 20 kg serían utilizados como semilla para siembra y 3 kg, con sus correspondientes datos pasaporte, serían enviados al SINAREFI como semilla para su resguardo.

Las actividades se realizaron en el estado de Sonora, en los municipios de Huásabas, Moctezuma y Yécora. En Huásabas participaron Santos Enrique Acuña Galaz y Luis Alfonso Leyva Valdez, sembrando cada uno una parcela de chapalote. En Moctezuma participaron

Sigifredo Chúa Gamez, quién sembró la raza chapalote, y Leobardo Sagasta Montaño, quien trabajó con las razas chapalote y onaveño, además de sembrar cacahuete. En Yécora colaboraron Manuel Valenzuela Peña y José Rodríguez Demos, quienes trabajaron con la raza gordo, e Isidro López Jiménez, quien sembró las razas onaveño y dulcillo del noroeste, en tanto que Rosario García Rascón cultivó las razas blando de Sonora y onaveño y Francisco López Jiménez sembró las razas blando de Sonora y dulcillo del noroeste. Los últimos tres custodios mencionados también sembraron frijol.

En los municipios Moctezuma y Huásabas, situados en la región del río Bavispe-Yaqui, en la zona de la sierra, en un rango de altitud entre los 200 y los 800 m, el maíz se siembra para autoconsumo en el ciclo primavera-verano, en condiciones de temporal, en pequeñas áreas dispersas abiertas para el cultivo, relativamente planas. El cultivo se siembra alternando un año de descanso. La preparación del terreno se realiza con maquinaria, en tanto que las hileras se forman con arado de tracción animal, separadas aproximadamente entre 70 y 80 cm. La siembra se realiza manualmente, cada 50 o 100 cm entre plantas, y mateado de dos a cuatro semillas por punto. Algunos agricultores cuentan con riego complementario, fertilizan con urea y siembran híbridos. En dicha región se presentan problemas con malezas, el gusano cogollero, la secadera y la chicharrita. El maíz usualmente comparte el lote con sorgo dulce, ajonjolí, calabaza *arota*, calabaza *cehualca* y frijol *yorimuni* y de otros tipos. La calabaza y el frijol a veces se intercalan, además de que también se cultiva sorgo forrajero y cacahuete.

Durante los años recientes, en la región mencionada, las condiciones han sido muy poco propicias para el cultivo del maíz; sin embargo, ha sido sustituido por el sorgo y los pastos forrajeros, ya que en estos municipios una de las actividades principales es la ganadería. El maíz se usa para elaborar tortillas, se consume como elote y se proporciona como forraje para el ganado. El maíz blando se usa para producir harina y para elaborar *coricos*, los cuales son rosquillas de harina de maíz. En Moctezuma y Huásabas se lleva a cabo la producción de la raza chapalote para elaborar pinole, el cual se comercializa en el mercado local. Asimismo, en los municipios mencionados se siembran las razas chapalote, onaveño, reventador, tabloncillo y vandeño.

En el municipio de Yécora, el cual está ubicado en una zona considerada como la *sierra alta*, a una altura entre los 1 000 y los 2 100 m, se registran precipitaciones anuales promedio de 1 000 mm. En este sitio el terreno plano se barbecha con tracción animal y se preparan los surcos. La siembra se efectúa con una distancia de 70 a 80 cm entre hileras y de 50 a 70 cm entre matas. Algunos productores fertilizan con 100 o 150 kg de urea. Usualmente la siembra se lleva a cabo a finales de mayo y a principios de junio y la cosecha se realiza entre los meses de noviembre y diciembre. Los factores negativos que inciden en el cultivo son los daños producidos en el grano por los gorgojos y las pudriciones de mazorca y grano que se llegan a presentar. Particularmente, en un rango de altitud que va desde los 1 380 hasta los 1 570 msnm, se siembran las razas blando de Sonora, dulcillo del noroeste, onaveño y tabloncillo. En el municipio mencionado, el maíz se aprovecha para el consumo humano, ya sea como elote o en la elaboración de pozole, tortillas y tamales, y se utiliza para hacer alimento molido para el ganado bovino, lechero y porcino. Cabe señalar que el maíz blando se emplea para hacer *coricos*.

En áreas situadas por arriba de los 2 000 m de altura, como la Mesa del Campanero, se siembran maíces de olote delgado y de grano cristalino y pesado, por ejemplo las razas onaveño y tabloncillo, y maíces blandos, como la raza gordo. En estos lugares se emplea la tracción animal para la preparación del terreno, actividad que inicia en diciembre y concluye en enero, para *cosechar* agua de lluvias y de nevadas, también conocidas como *equipatas*. La siembra se realiza en abril a *busca jugo*, a una profundidad de 20 a 25 cm, en surcos separados entre sí por 70 u 80 cm. Se fertiliza con el producto Triple 17 y se cosecha durante el mes de noviembre. Los habitantes usan el maíz para su consumo y también lo proporcionan molido al ganado bovino de carne y al ganado bovino lechero.

Resultados y discusión

En total participaron nueve agricultores inscritos en el programa de custodios de las razas de maíz de Sonora. Cuatro agricultores trabajaron con la raza chapalote, tres con la raza onaveño, dos con la raza blando de Sonora, dos con la raza dulcillo del

noroeste y dos con la raza gordo. Todos los productores sembraron y los cultivos se desarrollaron bien gracias al buen año de temporal que ocurrió en la región. Los custodios guardaron la semilla necesaria para sembrar el próximo año, además de conservar 70 kg para compartirlas con productores interesados. También se entregó al SINAREFI una muestra de 3 kg para su conservación en un banco de germoplasma. Se documentaron las fichas de los custodios, de las razas y los datos pasaporte. Se establecieron convenios, se elaboraron los respectivos recibos correspondientes al apoyo otorgado y se capturaron algunas fotografías.

Productos entregables e indicadores de impacto

Se estableció una hectárea por custodio, con una o dos de las razas resguardadas. Cuatro custodios preservaron la raza chapalote, tres la raza onaveño, dos la raza blando de Sonora, dos la raza dulcillo del noroeste y dos la raza gordo. Los custodios resguardaron muestras. El tamaño de la muestra fue de 97 kg de semilla. La relación de las muestras fue la siguiente: cuatro de chapalote, tres de onaveño, dos de blando de Sonora, dos de dulcillo del noroeste y dos de gordo. El tamaño de la muestra enviada al SINAREFI fue de 3 kg. La relación de muestras fue la siguiente: cuatro de chapalote, tres de onaveño, dos de blando de Sonora, dos de dulcillo del noroeste y dos de gordo. Asimismo, se entregaron 13 hojas con datos pasaporte, 13 fichas de custodios y 13 fichas de razas. Se establecieron nueve convenios de conservación y se capturaron algunas fotografías.

Conclusiones

Se apoyaron a nueve custodios para efectuar la conservación de seis razas de maíces nativos de Sonora. Se cuenta con semilla suficiente para promover la siembra de las razas chapalote, blando de Sonora, dulcillo del noroeste, gordo y onaveño.

Bibliografía

Guerrero, H., M. J. A. Ortega C., V. A. Vidal M., O. Palacios V. y O. Cota A. 2010. Diversidad y distribución de los maíces nativos en el noroeste de México. In: Nájera R., M. B. y C. A.

Ramírez M. (eds.). Mejoramiento, conservación y uso de los maíces criollos. Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C.. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. pp. 119-127.

Ortega C., M. J. A., H. Guerrero, O. Cota A., E. A. Cubedo R. y V. A. Vidal M. 2011. Diversidad y distribución de los maíces nativos de Sonora. *In: Memorias del XIV Congreso Internacional de Ciencia Agrícolas*. Mexicali, B. C. 27 y 28 de octubre de 2011. Universidad Autónoma de Baja California. pp. 414-419.

Ortega C., M. J. A., H. Guerrero, O. Cota A. y R. E. Preciado O. 2011. Situación actual de los maíces nativos y sus parientes silvestres en México. *In: Preciado O., R. E. y S. Montes H. (eds.). Amplitud, aprovechamiento y riesgos de la diversidad genética de maíz en México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. pp. 15-42.

Vázquez C., M. G., A. Ortega C., M. J. Guerrero H. y B. Coutiño E. 2011. Evaluación bioquímica e industrial de razas nativas de maíz de la región serrana de Sonora. *In: Preciado O., R. E. y S. Montes H. (eds.). Amplitud, aprovechamiento y riesgos de la diversidad genética de maíz en México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. pp. 97-142.

Manejo integral del agroecosistema en Tamaulipas

Manuel Raymundo Garza Castillo¹, Pablo Medina Santiago², Ramón López de León³ y Margarita Hurtado González⁴.

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Correo electrónico: mgarza@uat.edu.mx. ²Gobierno del Estado de Tamaulipas. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Correo electrónico: pablo_ms_67@hotmail.com. ³Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Correo electrónico: rlopez@uat.edu.mx. ⁴Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Correo electrónico: mhurtado@uat.edu.mx.

Resumen

El objetivo fundamental del presente estudio fue alcanzar la preservación *in situ* de las tres principales razas de maíz en el estado de Tamaulipas: tuxpeño, tuxpeño norteño y ratón. A la fecha se tienen identificados a los productores que aún conservan estos materiales. El área de estudio comprendió nueve localidades de las zonas centro, sur y suroeste del estado. Como resultado se lograron conservar 100 kg de semilla por cada custodio, por lo menos durante un ciclo agrícola, y se consiguió concientizar a los custodios acerca de la importancia de conservar en su hábitat natural la diversidad del maíz criollo. Durante el desarrollo del proyecto se presentaron solo dos problemas que incidieron negativamente, en primer lugar la erosión genética causada por la sequía, lo cual provocó graves daños, principalmente en las áreas de temporal, y en segundo lugar la inseguridad.

Introducción

El noreste de México es sobresaliente debido a que representa una fuente de material genético para realizar el mejoramiento del maíz. Cabe señalar que especialmente el estado de Tamaulipas, es uno de los lugares más importantes en cuanto al proceso de domesticación de esta especie ya que las evidencias arqueológicas de muestras de maíz datan desde 4 400 a 4 500 años y se han localizado en varias cuevas de la sierra de Tamaulipas y en el municipio de Ocampo, Tamaulipas (Smith, 1997; MacNeish, 1958, 1992). Recientes hallazgos arqueológicos dan cuenta de una diversidad de etnias y de culturas que confluyeron en Tamaulipas, las cuales establecieron puentes que permitieron el intercambio de ideas y de objetos hacia zonas como el sureste de Texas, la costa texana, la zona maya, el centro de Veracruz, la zona media potosina y la zona del Altiplano Central. Asimismo en este estado coincidieron los límites geográficos de dos grandes áreas culturales: Mesoamérica y Aridoamérica; lo que confirma que desde el pasado, Tamaulipas se caracterizaba como una zona fronteriza y de confluencias culturales (Ramírez, 2007).

A principios de los años veinte del siglo pasado, algunos de los primeros trabajos documentados sobre el mejoramiento genético en Tamaulipas se realizaron en el centro del estado, específicamente en la Hacienda del Carmen de Benítez, municipio de Güemez. En este caso se reportó la selección de semilla de un maíz denominado *mesquitaleño*, el cual era de color blanco y ofrecía buen rendimiento, además de que posteriormente dio origen a variedades e híbridos mejorados, los cuales se distribuyeron en algunas zonas del país y en algunas zonas de Centroamérica. En la fecha referida en la hacienda se producían alrededor de 1 500 t de maíz, de las cuales se seleccionaban 3 t exclusivamente para semilla. (Benítez, 1989).

En la década de los años cuarenta y a principios de los años cincuenta, Edwin J. Wellhausen (1951), no sólo colectó maíces criollos en Tamaulipas para efectuar su posterior determinación a nivel de raza, sino que experimentó con variedades de maíces tropicales dentados y cilíndricos, tanto del norte de Veracruz

como del estado de Tamaulipas, al mismo tiempo que autofecundó estas muestras, de una a cinco generaciones. Del resultado de estas actividades, algunas de las variedades más tardías con mazorcas delgadas se segregaron al ser autofecundadas con tipos de mazorcas que se aproximan al tipo del olotillo, del tepalcintle y de un maíz harinoso con olote grueso y mayor número de hileras. Algunas de las variedades más precoces de Tamaulipas y del norte de Veracruz han segregado a otros tipos de mazorcas que se asemejan al zapalote grande, al zapalote chico o al nal-tel, además de mazorcas parecidas al olotillo y a otros de maíces harinosos con olote grueso y mayor número de hileras (Wellhausen, 1951).

En 1951 Wellhausen reportó sólo dos razas en Tamaulipas: tuxpeño y vandeño. Por otra parte, Ortega en 1979, (mencionado por Carrera, 2010) encontró en la sierra de Tamaulipas las razas de maíz ratón y tuxpeño norteño. Taba (2007) menciona que la base de datos del Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en el caso del mismo estado, registra cuatro razas: tuxpeño, dzit bacal, Carmen y Tamaulipas, en el periodo comprendido entre 1943 y 1977. Otros autores como Ortega (1985; 2003) y Sánchez (1989; 1962), señalan la presencia de las razas: Carmen tuxpeño, tuxpeño norteño y ratón.

En la zona centro de Tamaulipas se desarrollaron y posteriormente se distribuyeron materiales genéticos de excelente calidad, adaptación y rendimiento, denominados variedades Llera I, Llera II y Llera III, entre otras obtenidas por el maestro en ciencias Edmundo Taboada y el ingeniero Pedro Reyes Castañeda (Aboites, 2002), las cuales se distribuyeron en las principales zonas maiceras de México. La gran riqueza en cuanto a la variabilidad genética de esta zona, ha facilitado la creación de variedades mejoradas desde mediados del siglo pasado. A la fecha dicha base genética continúa siendo aprovechada, ampliada y conservada para beneficio de México.

A partir de los años ochenta la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y de la Secretaría de Educación Pública (SEP) (Garza, 1990; 1991), inició un programa de conservación de germoplasma de los principales materiales criollos del estado, además de que creó un pequeño banco de

semillas con capacidad de 16 m³, el cual contaba con una unidad de refrigeración externa, lo que permitía la conservación *ex situ* del germoplasma a temperaturas mínimas que oscilaban entre los 0 y los 5 °C.

En el año 2000, la colección de maíces criollos regionales de Tamaulipas quedó registrada en el *Directorio de Colecciones de Germoplasma en América Latina y el Caribe*, del International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) (Kundsen, H 2000). En el año 2004, el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), apoyó en la elaboración de un proyecto denominado «Diagnóstico y aprovechamiento de los recursos genéticos del maíz en el noreste de México», el cual permitió la rehabilitación del banco de semillas y el registro de 200 colectas provenientes del noreste de México, particularmente de los estados de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas (Garza, 2007). Además se identificaron las áreas prioritarias para realizar la conservación *in situ* y se creó un registro de los productores conservacionistas de las zonas consideradas prioritarias (Garza, 2006). Esto permitió la transferencia de información a través de publicaciones científicas y de divulgación. Por otro lado se elaboró un manual acerca de la producción de semillas y un video editado por la TV-UAT (Garza, 2009).

Los custodios de los maíces locales de Tamaulipas son productores proletarizados y de subsistencia, cuyas edades fluctúan desde los 40 hasta los 93 años, con un promedio de edad de 66.56 años. La erosión genética del maíz criollo en Tamaulipas se manifiesta en mayor medida en las áreas consideradas como zonas de expulsión de los campesinos, es decir en los municipios con mayor índice de intensidad migratoria (IIM) y con mayor índice de marginación (IM). Cabe señalar que en estos municipios coinciden las áreas en donde la diversidad genética del maíz criollo es mayor, es decir las zonas centro, sur y suroeste del estado. Por lo mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo fue seleccionar las poblaciones más representativas de las razas criollas de maíz de Tamaulipas y resguardarlas *in situ*, a través de una estrategia que sea capaz de promover por medio de los incentivos, las actividades necesarias para fomentar la conservación. Para lograr lo anterior, se partió de la información generada y resguardada acerca de los registros de maíces criollos del noreste de México.

Raza ratón

Esta raza está clasificada dentro del subgrupo III-2-B, el cual es considerado de ciclo corto, es decir de maíces precoces. Se encuentra distribuida en el noreste de México, particularmente en Tamaulipas, y su área de distribución se ubica por debajo de los 1 300 msnm (Ortega, 2003). Los colores dominantes de esta raza son el blanco, el blanco cremoso o el cremoso. La mazorca es mediana, cilíndrica y con un número de hileras que varía de ocho a 12. En Tamaulipas, hace muchos años la raza ratón era muy utilizada por sus características más importantes, como son su excelente adaptabilidad a las condiciones de temporal, su precocidad y su tolerancia a la sequía. Esta raza tiene mucha influencia de las razas nal-tel y tuxpeño. Hoy en día se le conoce también como *tremesino* o *tres mesino*; *cuarenteño* o *maíz de cuarenta días*; *maíz ratón*; *pilinque*; *maíz ligero*; o *pinto ratón*. En la zona centro y en parte de la zona sur del estado de Tamaulipas su distribución es más amplia.

Raza tuxpeño

Esta es la raza dominante en Tamaulipas. Su zona de distribución se ubica principalmente en las áreas tropicales de la costa y en los puntos dispersos situados en las zonas bajas de la Sierra Madre Oriental. Esta raza constituye el origen de la mayor parte de los materiales mejorados más productivos de México. Su principal característica es el color blanco de sus semillas, además de que tiene un porte alto de planta y mazorca larga y cilíndrica, con un número de hileras que varía entre 12 y 14. La raza tuxpeño está adaptada a las condiciones de riego, de riego restringido y de temporal.

Raza tuxpeño norteño

Esta raza ha sido clasificada dentro del subgrupo III-2-A, el cual reúne maíces de ciclo intermedio y de ciclo tardío, muy productivos (Ortega, 2003). Es una raza que está distribuida en el noreste de México, particularmente en Tamaulipas. Su zona de distribución se ubica en las áreas subtropicales y en las zonas semiárida y árida, en donde es una raza dominante. El color principal de esta raza es el blanco y la mazorca es de tamaño grande, de 15 a 18 cm, cilíndrica y con un número de hileras que varía de

12 a 14; aunque a veces llega hasta las 16 hileras. Presenta granos con textura dentada y semidentada. La mazorca es generalmente un poco más gruesa que la raza tuxpeño y su base es un poco abultada.

Materiales y métodos

El área de estudio comprendió parte de la zona centro, de la zona sur y de la zona suroeste del estado de Tamaulipas, específicamente las localidades señaladas en el Cuadro 1. Asimismo en la Figura 1 se presenta un mapa donde se muestra la distribución geográfica de las razas.

Cuadro 1. Nombres de los custodios, raza y localidad.

Nombre del custodio	Raza	Localidad
Eladio Pérez Charles	Ratón	Ejido Juan Capitán
Heriberto García Guerrero	Tuxpeño	Ejido La Angostura
José Manuel Márquez	Tuxpeño norteño	Ejido San Lorencito
Sixto Salazar	Ratón	Ejido La Libertad
José Alonso Cervantes	Tuxpeño norteño	Palmillas
Cirilo Vanoye Pérez	Ratón	Ejido Rancho Nuevo
Silverio Cavazos de León	Tuxpeño	Ejido Galeana
Praxedis Ruís Salazar	Tuxpeño	Ejido Rancho Nuevo
Abel Ramírez Escobar	Tuxpeño norteño	Ejido San Antonio



Figura 1. Localización de los nueve sitios de conservación *in situ* en el estado de Tamaulipas.

Resultados y discusión

El proyecto inició el mes de enero, durante el ejercicio fiscal 2011, y culminó en la fecha programada, el mes de diciembre del año 2012. Las principales fases del estudio fueron:

1. La planeación y programación de actividades (previo a la ejecución del proyecto)
2. Ejecución
 - 2.1. Análisis del potencial de cada raza
 - 2.2. Recopilación de información secundaria
 - 2.3. Análisis y diagnóstico integral de los sistemas de producción
 - 2.4. Asesoría técnica
 - 2.4.1. Importancia de la conservación del maíz criollo
 - 2.4.2. Elaboración de lombricomposta
 - 2.4.3. Aplicación de fertilizantes (líquido y sólido)
 - 2.4.4. Manejo, selección y conservación de semillas
 - 2.4.5. Factibilidad de obtención de subproductos (valor agregado)
 - 2.4.6. Manejo holístico de los subsistemas de producción
3. Entrega de insumos tecnológicos a los custodios
4. Actualización de los datos correspondientes de las fichas de los custodios y de las razas

Productos entregables e indicadores de impacto

En esta fase se dio continuidad a los trabajos realizados respecto a la conservación *in situ* de la diversidad, de las tres razas principales en el estado de Tamaulipas, así como de sus variedades criollas custodiadas por los agricultores en sus respectivas localidades. Se realizaron actualizaciones y complementaron las nueve fichas técnicas de cada custodio y de la raza custodiada respectiva. Asimismo se amplió y actualizó la memoria fotográfica del proyecto. Por otra parte se actualizó y complementó la tipología de los custodios.

Se llevó a cabo el análisis de suelos de cada localidad. Con base en los resultados se aplicaron los

insumos tecnológicos orgánicos, mismos que permitieron un aumento en la producción, en sitios donde no hubo siniestros por sequía. También se realizó la diversificación de los subsistemas de producción. Se distribuyeron algunas especies frutales y de hortalizas para su reproducción en traspatio. Se elaboró la evaluación del potencial del maíz criollo con valor agregado, en la elaboración de artesanías, producción de pollos orgánicos, y algunos productos alimenticios, entre otros. Como parte de la asesoría técnica se distribuyeron algunos folletos, manuales y trípticos a los custodios del proyecto.

En los sitios donde no hubo afectación por sequía, se promovió el mejoramiento participativo para aumentar la producción, con base en el método de selección masal estratificada (Molina, 1981). Se llevó a cabo el mejoramiento de la calidad de vida de las familias de los custodios, con base en los apoyos, la asesoría técnica y el potencial para dar valor agregado al maíz criollo, como por ejemplo, la producción o cría de pollos orgánicos alimentados con este tipo de maíz.

Conclusiones

En el estado de Tamaulipas se hacen esfuerzos por conservar las variedades criollas o locales, desde finales del siglo pasado. La estrategia impulsada por el SINAREFI es muy loable; sin embargo, factores como la erosión genética, continúan amenazando la diversidad de los recursos genéticos de los maíces locales nativos. Lo anterior se refleja a través del envejecimiento de los productores, la migración de la gente joven, la baja rentabilidad del cultivo, la sustitución del maíz por otros cultivos, las plagas y en los últimos dos años de la grave sequía.

Se mantienen actualizados los historiales de sitios de las nueve localidades en estudio, complementados con los resultados de la base de datos del archivo histórico de localidades del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la base de datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO), con los Índices de Marginación (IM) por localidad, así como el Índice de Intensidad Migratoria (IIM) por localidad y las mismas entrevistas a los custodios. También se han actualizado: las fichas técnicas de los custodios y de las razas. Se cuenta con los

datos de los «Diagnósticos del sistema productivo (Principales subsistemas de producción y su rol en torno al maíz criollo)». Se ha mantenido y promovido la conservación *in situ* de las tres razas de maíz: tuxpeño, tuxpeño norteño y ratón). Se mantiene en resguardo una muestra de cada raza, y de algunos cultivos asociados como la calabaza (específicamente de los sitios donde no hubo siniestros por sequía). Se cuenta con una memoria fotográfica del proyecto, así mismo se identificaron algunas estrategias para dar valor agregado a las razas de maíz criollo.

Con base en la asesoría técnica y con el apoyo que se brindó de insumos orgánicos, se incrementó la producción, lo que ha permitido en una forma muy pequeña, pero significativa, mejorar el nivel de vida de los custodios y sus familias. A raíz del Congreso sobre Recursos Fitogenéticos organizado por el SINAREFI, en el mes de noviembre del año 2011, Torre de Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y a través de acuerdos se logró la interacción con la Red Calabaza, a través de la maestra en ciencias Delia Castro Lara y de la maestra en ciencias Luz María Mera Ovando, del Laboratorio de Etnobotánica del Instituto de Biología de la UNAM, lo que ha permitido trabajar con un enfoque más holístico con los diferentes subsistemas de producción. Se sugiere modificar la estrategia de trabajo con una visión más holística y con enfoque regional.

Bibliografía

- Aboites, G. 2002. Una mirada diferente a la revolución verde. Ciencia, nación y compromiso social. Plaza y Valdés S. A. de C. V. México, D.F.
- Benítez. 1989. Historia de la Hacienda del Carmen de Benítez. Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa. Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. pp 59-60.
- Carrera J., L. 2010. Estudio de la diversidad de maíz en la región costa de Michoacán y áreas adyacentes de Jalisco y Colima. Proyectos apoyados por la CONABIO en 2010. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=FZ&Numero=23>.
- Garza C., M. 1990. Aprovechamiento de la variabilidad genética en maíces criollos de áreas de temporal, en el suroeste de Tamaulipas. Memorias del II Encuentro Regional de Investigación del Golfo de México. Tampico, Tamaulipas México. 23 p.
- Garza C., M. 1991 a. Aprovechamiento de la variabilidad genética en maíces criollos de áreas de temporal, en la región SW de Tamaulipas. Memorias del primer encuentro de investigadores de la zona norte. Chihuahua, Chihuahua, México. 15 p.
- Garza C., M., López de L. y T. Medina. 2006. Diagnóstico y aprovechamiento de los recursos genéticos de maíz en el Noreste de México. Memorias del XVIII Encuentro de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México. Abril de 2006. Tampico, Tamaulipas, México.
- Garza C., M. 2007 b. Aprovechamiento de los recursos genéticos de maíz en el noreste de México. Memorias del XX Encuentro de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México. Mante, Tamaulipas, México.
- Garza C., M. 2009 c. Efecto de la migración y el envejecimiento de los productores agrícolas en la erosión genética del maíz. Memorias del XXI Encuentro de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México. Abril de 2009. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
- Kundsen, H. 2000. Directorio de colecciones de germoplasma de América Latina y el Caribe. Primera Edición. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Roma, Italia.
- MacNeish R., S. 1958. Preliminary Archaeological Investigations in the Sierra de Tamaulipas, Mexico *Transactions of the American Philosophical Society*, New Ser. 48(6): 1-210.
- MacNeish R., S. 1992. The Origins of Agriculture and Settled Life. University of Oklahoma Press. USA.
- Molina G., J. 1981. Selección masal estratificada. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 35 p.

-
- Ortega J., J. 1985. Variedades y razas mexicanas y su evaluación en cruzamientos con líneas de clima templado como material de partida para fitomejoramiento. Traducido del ruso, capítulo: Descripción de algunas razas poco estudiadas. Tesis Doctoral. Instituto Vavilov. URRS.
- Ortega P., R. 2003. La diversidad del maíz en México. *In*: Esteva, G. y C. Marielle (Ed.). Sin maíz no hay país. Museo Nacional de Culturas Populares. pp. 123-154.
- Ramírez C., G. 2007. Panorama arqueológico de Tamaulipas. Instituto Tamaulipeco para la Cultura y las Artes. Gobierno del Estado de Tamaulipas. CONACULTA. INAH-MEX. 29 p.
- Sánchez G., J. J. 1989. Relationships Among the Mexican Races of Maize. Tesis de doctorado, Nort Carolina State University, Raleigh Carolina del Norte.
- Sánchez, M. 1962. Razas de maíz en España. Ministerio de Agricultura de España. Madrid. 179 p.
- Smith B., D. 1997. The Initial Domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago. *Science* 276 (5314): 932-934.
- Taba, S. 2007. Comunicación personal. CIMMYT Maize Program. México.
- Wellhausen E., J. Roberts, L.M. Roberts y E. Hernández X. 1951. Races of Maize in Mexico: Their Origin, Characteristics and Distribution. Cambridge, MA: The Bussey Institution, Harvard University. Cambridge, Mass. 223 p.

Manejo integral del agroecosistema en el Estado de México

Micaela de la O Olán¹.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Valle de México. Correo electrónico: micad@colpos.mx.

Resumen

El mantenimiento de la biodiversidad en un agroecosistema es necesario para garantizar la provisión continua de bienes y servicios. Es por ello que los objetivos del presente estudio fueron el establecer *in situ* un agroecosistema de la raza de maíz palomero toluqueño en asociación con el cultivo de la haba; y brindar asistencia técnica acerca del proceso de producción conveniente para los productores de este agroecosistema en el Estado de México. Para llevar a cabo la conservación *in situ* se establecieron cuatro hectáreas del agroecosistema, una por cada productor. Los productores que establecieron la milpa fueron los mismos custodios de la raza palomero toluqueño sembrada durante los ciclos primavera-verano 2009 y primavera-verano 2010. La siembra se realizó para el ciclo primavera-verano 2012 en las comunidades de San Marcos Tlazalpan y Laguna Seca, municipio de Morelos, Estado de México. El procedimiento consistió en el establecimiento de cuatro hectáreas, para lo cual se desarrollaron diversas actividades con la finalidad de conservar la raza de maíz palomero toluqueño, además de involucrar otro cultivo para poder desarrollar el agroecosistema, brindando asesoría técnica así como los productos necesarios para llevar a cabo el manejo adecuado. Dentro de las actividades realizadas se llevó a cabo la selección de semilla sana, por ejemplo se excluyeron los *granos chupados* a través de la impartición de un pequeño taller a los productores. Se realizaron las labores de preparación del terreno de modo tradicional, por medio del barbecho, dobla y viga con yunta. La siembra de maíz y de haba se realizó entre el 23 y el 25 de marzo del año 2012. Al momento de la siembra se realizó una fertilización química y orgánica, cuando las plantas presentaron una altura de 5 cm se efectuó la segunda fertilización. El control de malezas se realizó de manera química. Se realizó la toma de datos agronómicos para la elaboración de las fichas técnicas de los dos cultivos durante todo el ciclo del cultivo. La cosecha del cultivo de maíz se realizó entre el mes de diciembre del año 2012 y el mes de enero del año 2013. La cosecha de la haba se efectuó a finales del mes de noviembre del año 2012. El agroecosistema milpa evita la pérdida de cultivos de temporal, la cual puede ocurrir debido a fenómenos climáticos que impactan la seguridad alimentaria de los campesinos que sobreviven de la práctica de este tipo de agricultura.

Introducción

Un agroecosistema es un sistema de producción implementado por la acción del hombre sobre el medio ambiente con el objetivo de obtener productos vegetales o animales para el uso de los seres humanos, sin destruir los recursos naturales. Los agroecosistemas son ecosistemas en los que el ser humano ha ejercido una intencionada selectividad sobre la composición de los organismos vivos (Elliot y Cole, 1989). Los agroecosistemas contienen poblaciones humanas y dimensiones, tanto económicas como ecológico-ambientales y se diferencian de los ecosistemas no gestionados porque están alterados

intencionadamente y a menudo manejados de manera intensiva con el fin de proporcionar alimentos, fibra y otros productos.

El mantenimiento de la biodiversidad en un agroecosistema es necesario para garantizar la provisión continua de bienes y servicios como:

- a) La evolución y mejora de los cultivos y la ganadería a través de la selección y la cría. Esto se refiere a la interacción entre el medio, los recursos genéticos y las prácticas de gestión que

tienen lugar en los propios agroecosistemas, lo cual asegura el mantenimiento y la adaptación a las condiciones cambiantes de la biodiversidad agrícola.

- b) El apoyo biológico a la producción. El cual es proporcionado por los organismos que constituyen la diversidad biológica de los agroecosistemas, por ejemplo, la fauna del suelo, los microorganismos y las raíces de las plantas y de los árboles, aseguran los ciclos de nutrientes; los depredadores, algunos organismos y la resistencia genética de las plantas, contribuyen al control de plagas y enfermedades; y los insectos polinizadores, participan en la fecundación cruzada de las plantas de los cultivos.
- c) Funciones ecológicas más amplias. Esto se relaciona con los procesos ecológicos valiosos que resultan de las interacciones entre especies y de estas con el medio, como puede ser el mantenimiento de la fertilidad del suelo y de la calidad del agua (FAO, 2000).

La milpa es un agroecosistema mesoamericano cuyos principales componentes productivos son el maíz, el frijol y la calabaza, apodados a veces *las tres hermanas*, complementados en algunas regiones por el chile. Fuera del ámbito mesoamericano, el término milpa se utiliza en algunas regiones para denominar a los campos sembrados con maíz. La palabra milpa deriva del vocablo náhuatl *milli*, que quiere decir «heredad» y *pan* «en, sobre». Literalmente, lo que se siembra encima de la parcela. La milpa es tanto el espacio físico, la tierra o la parcela, como las especies vegetales, la diversidad productiva que crece en este espacio.

También se puede considerar que la milpa es la aplicación de los conocimientos, la tecnología y las prácticas agrícolas necesarias para obtener de la tierra y del trabajo humano los productos necesarios para satisfacer las necesidades básicas de la familia campesina. Hacer *milpa* significa realizar todo el proceso productivo, desde la selección del terreno hasta la cosecha. En este sentido, la milpa es un sistema de conocimientos de la naturaleza y de la agricultura y es sinónimo de sobrevivencia biológica y de reproducción social. La diversidad genética de las

especies cultivadas, combinada con la diversidad de las plantas que aparecen de manera espontánea en el terreno, hacen de la milpa uno de los ecosistemas más ricos y complejos de la agricultura campesina, por ejemplo, la biodiversidad de animales y plantas facilita la lucha contra las plagas, mientras que el monocultivo es más vulnerable al medio y favorece la propagación de estas.

No solo el sistema milpa involucra maíz, chile y calabaza, también se pueden realizar diversas combinaciones de cultivos dependiendo de la zona donde se siembra, lo importante es que se encuentre el maíz involucrado dentro de dicho sistema. Por ello los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes: establecer un agroecosistema *in situ* mediante el empleo de la raza de maíz palomero toluqueño y el cultivo de la haba, en una hectárea por productor; y brindar asistencia técnica acerca del proceso de producción conveniente para los cuatro productores del agroecosistema vinculados al proyecto en el Estado de México. Dichos objetivos fueron establecidos con base en la línea estratégica conservación *in situ*.

Materiales y métodos

Los productores que establecieron la milpa de maíz y haba, fueron los custodios de la raza palomero toluqueño que sembraron durante los ciclos primavera-verano 2009 y primavera-verano 2010. La siembra se realizó en las comunidades de San Marcos Tlaxalpan y Laguna Seca, municipio de Morelos, Estado de México. El procedimiento consistió en el establecimiento de cuatro hectáreas, para lo cual se desarrollaron diversas actividades con la finalidad de conservar la raza de maíz palomero toluqueño, además de involucrar al haba para poder desarrollar el agroecosistema. Asimismo se brindó asistencia a través de un asesor técnico o un investigador y se diseñó un nuevo plan del proceso de producción para los dos cultivos.

Se estableció una nueva *carta compromiso* con el productor donde se definieron las actividades que deberían realizarse; el apoyo que recibirían los productores, con base en los costos de producción por hectárea; y los compromisos adquiridos por parte del productor, los cuales consisten en sembrar la raza palomero toluqueño y la haba durante el ciclo del cultivo acordado, así como el ciclo subsiguiente;

y entregar para su conservación y resguardo en los bancos de germoplasma una cantidad de semilla determinada de maíz y de haba.

Se brindó asesoría técnica al productor en relación a los sistemas de producción del Estado de México, para la cual se le pidió al asesor técnico un programa del manejo de los cultivos, que incluyera aspectos que se relacionaran con el proceso de producción, tales como la preparación del terreno, la fertilización, la siembra, los deshierbes, las labores del cultivo, el control de plagas y de enfermedades y la cosecha, para lo que se consideró un costo total de \$10,000.⁰⁰ por hectárea.

En el caso del apoyo técnico se consideraron los siguientes pasos: asistencia técnica en la selección de semilla para la siembra; apoyo en las diversas labores necesarias para la preparación de la tierra, antes y después de la siembra; y asesoría en el manejo y aplicación de fertilizantes, insecticidas, herbicidas y fungicidas, durante el ciclo del cultivo del maíz y haba. Cuando se estableció la siembra, el asesor junto con el investigador realizaron visitas periódicas a la milpa para observar el desarrollo de la misma, de tal modo que se mantuviera una comunicación constante con el productor en caso de presentarse alguna urgencia (ataque de plagas al cultivo), así como para tomar los datos agronómicos *in situ*. Se realizaron dos informes técnicos parciales que incluyeron fotos, los cuales se enviaron al coordinador general del proyecto del programa Pago por Servicios de Conservación.

Resultados y discusión

Las localidades donde se realizó el establecimiento del cultivo fueron San Marcos Tlaxalpan y Laguna Seca, ubicados en el municipio de Morelos, Estado de México. Esta zona es muy seca debido a que se encuentra en las faldas del Nevado de Toluca y solo se puede cultivar maíz palomero toluqueño y haba, por lo tanto el agroecosistema estuvo conformado por los dos cultivos mencionados anteriormente, con semilla típica de los productores. A principios del año 2012 se realizaron visitas para dar a conocer a los productores los nuevos objetivos y metas de este año, con la particularidad de que se les apoyó en el establecimiento de una hectárea con dos cultivos.

Con la ayuda del prestador de servicios profesionales, así como con la asesoría de la investigadora a cargo, se desarrolló un programa de manejo de los cultivos. Se estableció una carta compromiso con el productor donde se definieron las actividades que deberían realizarse, el apoyo que recibirían los productores y los compromisos adquiridos por parte del productor, así como la programación de las actividades.

Selección de la semilla

El primer paso llevado a cabo con los productores para comenzar con el proceso de producción fue seleccionar la semilla sana para realizar la siembra, por lo que se excluyeron los *granos chupados*. Por esta razón se realizó un pequeño taller con los cuatro productores para realizar la selección de las mejores mazorcas. Con respecto al cultivo de haba, no hubo más alternativa que realizar la selección a partir de la semilla cosechada durante los ciclos anteriores, procurando no seleccionar la *semilla chupada* (Figura 1).



Figura 1. Selección de semilla para el ciclo primavera verano 2012.

Siembra

Se desarrolló un nuevo programa de manejo del cultivo con cada agricultor para llevarlo a cabo en la zona. Se realizaron las labores de preparación de terreno de modo tradicional a través del barbecho y la dobla y viga con yunta. La siembra de maíz y del

haba se realizó entre el 23 y el 25 de marzo del año 2013, la cual estuvo supervisada por un técnico para obtener mejores rendimientos. Posteriormente, debido a la baja germinación por la falta de humedad, ya que solo hay agua de la neblina obtenida por las mañanas, se realizó la resiembra solamente del cultivo de maíz (Figura 2).



Figura 2. Resiembra del cultivo de maíz en el Estado de México durante el ciclo primavera-verano 2012.

Labores culturales

Al momento de la siembra se realizó una fertilización con urea y con abonos orgánicos (estiércol fresco de bovinos y de borrego). Posteriormente cuando las plantas alcanzaron los 5 cm de altura se realizó la segunda fertilización (Figura 3). Después se llevaron a cabo dos escardas, en dos fechas distintas: la primera un mes después de que se estableció el cultivo y la segunda 45 días después de la resiembra. Cuando la planta alcanzó una altura de alrededor de 20 a 30 cm se le aplicaron 10 g por m² de urea.



Figura 3. Fertilización orgánica y química realizada en el municipio de Morelos, Estado de México para el ciclo primavera-verano 2012.

El control de malezas se realizó de manera química. Después se continuó con la toma de datos agronómicos de los dos cultivos durante todo el

ciclo y con la asesoría a los productores, a quienes se les entregó herbicidas específicos, así como otra bomba para fumigar. La cosecha del cultivo de maíz palomero toluqueño se realizó con dos productores en el mes de diciembre del año 2012 y con los otros dos productores se llevó a cabo en el mes de enero del año 2013. En el caso del cultivo de haba, la siembra se realizó a finales del mes de noviembre del año 2012, cuando los cultivos se encontraban completamente secos, dejando las mejores mazorcas de maíz y semillas de haba sanas para el siguiente ciclo de siembra. También se realizó la entrega de los materiales por parte de los agricultores a la responsable del proyecto. En la Figura 4 se muestran las actividades realizadas durante el proceso de producción en el agroecosistema milpa.

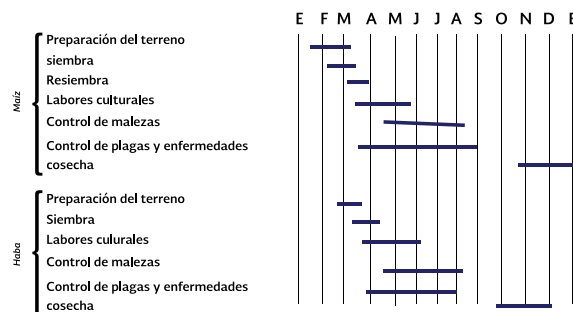


Figura 4. Fechas de labores realizadas en el agroecosistema milpa, en San Marcos Tlaxalpan y Laguna Seca, municipio de Morelos, Estado de México, durante el ciclo primavera-verano 2012.

Productos entregables e indicadores de impacto

En lo que respecta a los productos entregados se ha continuado con la conservación *in situ* de la raza criolla palomero toluqueño y la implementación del agroecosistema milpa, para que los productores de la zona tengan otra fuente de ingreso y al mismo tiempo efectúen la conservación de la diversidad genética. Además se elaboró un nuevo plan de actividades en el proceso de producción de dos cultivos y se brindó asesoría técnica durante el ciclo de los cultivos para contar con información suficiente en zonas donde existe un temporal errático.

Conclusiones

El agroecosistema milpa evita la pérdida de cultivos de temporal, la cual está asociada con fenómenos climáticos que impactan en la seguridad alimentaria de los campesinos que sobreviven al practicar este tipo de agricultura, así como con el aumento de la diversidad de cultivos que se han establecido para enfrentar los cambios climáticos que hoy día se presentan, lo que ha propiciado la nula productividad de los maíces criollos y por lo tanto su baja rentabilidad. Debido al manejo adecuado que se realiza en los cultivos criollos se ha mejorado sustancialmente el rendimiento y el manejo de estos, gracias a la asesoría técnica y a los suministros proporcionados en el desarrollo del cultivo.

Bibliografía

- Elliot, E. T. y C. Cole V. 1989. A Perspective on Agroecosystems Science. *Ecology* 70(6): 1597-1602.
- FAO. 2000. La biodiversidad para el mantenimiento de los agroecosistemas. Disponible en línea: <http://www.fao.org/biodiversity>. Consultado el 20 de enero del 2013.

Manejo y uso sustentable del agroecosistema en Guerrero

Noel Orlando Gómez Montiel¹, César del Ángel Hernández Galeno² y Miguel Ángel Cantú Almaguer³.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Iguala. Correo electrónico: gomez.noel@inifap.gob.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Iguala. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Iguala. Correo electrónico: micad@colpos.mx.

Resumen

Las actividades realizadas en el ejercicio fiscal 2011-2012, consistieron en apoyar la conservación de seis razas de maíz, producir semilla de tres maíces nativos mejorados, para su posterior promoción y siembra comercial, y entrevistar a los custodios participantes para conocer cómo establecen el sistema milpa y seleccionan su semilla. En el estado de Guerrero se custodian las razas ancho, conejo y pepitilla, así como las razas mushito, reventador y vandeño. Cabe señalar que las últimas tres razas mencionadas son las únicas que se cultivan en algunos sitios, además de ser endémicas. La identificación de las variantes de las razas en custodia se hizo utilizando la información obtenida a partir de la colecta realizada entre los años 2008 y 2010. La variabilidad de la raza pepitilla custodiada se encontró a una altura de 1 350 a 1 600 m y el tipo de su grano y de su mazorca varió en tamaño, color y grosor del olote. La raza ancho se situó a una altura de 1 350 a 2 000 m y presentó muy poca variación en relación al ancho del grano y al tamaño de la mazorca. Por otra parte, de la raza conejo solo se encontraron dos variantes en San Luis Acatlán, comunidad localizada en la Costa Chica de Guerrero. Respecto a otras razas que se colectaron y que no estaban consideradas dentro del compromiso, pero que representan accesiones muy especiales, corresponden a un tipo de grano semiancho que parece maicón, en el caso de las razas mushito y vandeño, y un tipo de grano cristalino chico y otro de grano semidentado con un tamaño de mazorca que varía de 25 a 30 cm, en el caso de dos variantes de la raza reventador. Por otra parte, de los 15 custodios apoyados, seis son indígenas y todos siembran el maíz bajo el sistema milpa. En promedio se obtuvieron 80 kg por cada uno de los maíces nativos mejorados: ancho, pepitilla y un multi-racial de color azul, los cuales fueron distribuidos entre los productores a través de prestadores de servicios profesionales (PSP). Cada productor recibió una muestra de 3 a 5 kg, con lo cual se beneficiaron al menos 75 productores. A pesar de que en el proyecto se propuso considerar cuatro variantes por raza, algunas poseen una amplia variabilidad, como la raza pepitilla, la cual presenta cinco colores. Es necesario mencionar que solo se custodiaron maíces de color azul y otras variantes de color blanco con diferente tamaño de mazorca y de grano, cuya adaptación se ubica en un rango de altitud de 600 a 2 000 m. Por esta razón se recomienda buscar mecanismos para lograr custodiar toda la variación racial que se haya seleccionado.

Introducción

México es el centro de origen del maíz, específicamente la cuenca del Balsas en donde ha prosperado su ancestro directo, *Zea mays* sp. *parviglumis*. En el estado de Guerrero se han encontrado los vestigios más antiguos en el refugio Xihuatoxtla de Tlaxmalac, los cuales datan desde hace 8 700 años. En México se han detectado 59 razas de maíz, de las cuales, en el estado de Guerrero se distribuyen ampliamente las

razas ancho, conejo, mushito, olotillo, pepitilla, tepalcintle y vandeño (Sánchez *et al.*, 2000; Hastorf, 2009; Kato *et al.*, 2009; Ranere *et al.*, 2009). Por esta razón se decidió que las razas que habrían que custodiarse fueran ancho, con cuatro variedades; pepitilla, con cuatro variedades; y conejo, con dos variedades. Asimismo se ha apoyado la conservación de otras razas y de sus variantes: vandeño, con dos variedades

y mushito con una variedad. Cabe destacar que se trabajó en la conservación de dos variedades de una raza que aparentemente es reventador, pero se considera como desconocida porque su ciclo biológico no corresponde con la raza mencionada. Al agregar las variantes referidas, desde el año 2010 se han apoyado 17 colectas, en lugar de las 10 programadas. En el año 2012, debido a algunos problemas de seguimiento, solo se han apoyado 15.

Por otra parte, se ha llevado a cabo la producción de semilla de dos variedades registradas en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Dichas variedades son ancho V-237AN y pepitilla V-236P. La producción de semilla se realizó con el propósito de promocionar estas variedades entre los productores, debido a sus ventajas sobre las razas originales. Por ello se propusieron los siguientes objetivos: estimular a los productores para que custodien y conserven una raza de maíz y la distribuyan para asegurar su vigencia; elegir razas puras muy especiales y estimular al productor a aplicar un método muy sencillo para seleccionar su semilla; y producir semilla original de tres variedades nativas mejoradas para su promoción en las áreas donde se adaptan.

Materiales y métodos

Las localidades en donde se ubicó a la raza pepitilla son Iglesia Vieja y San Francisco Lagunitas, municipio de Apaxtla; Apetlanca, municipio de Cuetzala del Progreso; Temalacatzingo, municipio de Olinalá; y el municipio de Cualác. En el caso de la raza ancho, esta fue ubicada en la localidad El Potrero, en el municipio de Ixcateopan de Cuauhtémoc; en las localidades de Zitlala y de Huixcomulco, del municipio de Zitlala; y en la localidad de Almolonga, en el municipio de Tixtla de Guerrero. Respecto a las razas conejo y vandeño, estas fueron establecidas en las comunidades de El Miahuichan y Yoloxochitl, en el municipio de San Luis Acatlán. En el caso de la raza mushito, esta se situó en la localidad de La Laguna, municipio de Eduardo Neri, y en la localidad de Chichihualco, municipio de Leonardo Bravo. La raza que posiblemente es reventador se estableció en las localidades de Acapetlahuaya y Sabino Alto, en el municipio de General Canuto A. Neri, y en la localidad de Ixcapuzalco, municipio de Pedro Ascencio Alquisiras.

En el Campo Experimental Iguala, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se incrementó la cantidad de semilla, en 1 000 m² por cada variedad nativa mejorada, de las razas ancho, pepitilla y azul, lo que involucra a las razas, elotes occidentales, bolita, ancho y pepitilla. La distribución de la semilla se hizo a través de los técnicos PSP, principalmente en los municipios de Apaxtla, Chilapa de Álvarez, Cualác, General Canuto A. Neri, Ixcateopan de Cuauhtémoc, Olinalá, Pedro Ascencio Alquisiras, Taxco de Alarcón y Teloloapan.

Se seleccionaron las accesiones de las razas comprometidas con base en la información obtenida a partir de la colecta realizada en el estado de Guerrero por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), durante el periodo comprendido entre los años 2008 y 2010. Dicha información proporcionó datos en relación a la ubicación de las razas más puras, las razas más especiales y las razas en peligro de perderse. Por otra parte, se realizó una entrevista a cada uno de los productores que deseaban ser custodios. En este caso se utilizó un formato para conocer los antecedentes de los maíces que se custodiarían y su manejo, así como las características de los productores. Al mismo tiempo, en la mencionada entrevista se asesoró a los productores para que tuvieran conocimientos en relación a la selección de su propia semilla.

Actividades

Se entregó un paquete de insumos agrícolas diseñado con la colaboración de los productores. Dicho paquete fue útil para trabajar en una hectárea con la fórmula de fertilización 90N-60P-0K. De igual modo, el mencionado paquete incluyó insecticida para controlar plagas del suelo y del follaje y un desecante para malezas. Las razas programadas fueron pepitilla, ancho, conejo y posteriormente se agregaron las razas mushito, vandeño y una raza desconocida, la cual se creía que era reventador pero podría corresponder a la raza perla. Asimismo, de acuerdo a un formato aprobado por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), se aplicó una encuesta sobre el productor y la raza custodiada.

En cuanto a la producción de semilla, se establecieron 1 000 m² por cada raza de maíz. Se utilizó como macho una fracción del maíz que se incrementó por medio de polinización controlada y como hembra, semilla seleccionada en los lugares de adaptación de los maíces pepitilla V-236P, ancho V-237AN y azul. El incremento se realizó en el Campo Experimental de Iguala, en un lote aislado donde se desespigaron las hembras en la etapa de embuche o prefloración.

Resultados y discusión

Los insumos agrícolas comprometidos se entregaron en el mes de mayo a los productores que custodiaron las razas ancho, conejo, mushito, pepitilla y vandeño, así como la raza que posiblemente es reventador o perla. En tales casos se firmó un documento que avaló dicha entrega (Figura 1). Actualmente se continúa con el apoyo a los mismos productores. Solamente al custodio que resguardó a la raza desconocida no se le llevaron los insumos debido a que su ubicación está en una zona de riesgo. Por otra parte, un custodio de la raza conejo que no cumplió con las normas establecidas para recibir el apoyo fue sustituido por otro productor, quien además siembra tres variantes de la raza: conejo blanco, conejo amarillo y conejo azul.



Figura 1. Entrega de insumos a un custodio de la raza pepitilla en Temalacatzingo, Guerrero.

Después de tres años de operación del proyecto pocos cambios se han realizado en relación a las razas custodiadas. El compromiso ha sido apoyar a los custodios de las razas ancho, conejo y pepitilla; sin embargo, se ha apoyado a algunos custodios de accesiones muy especiales de las razas vandeño, mushito

y de una raza que podría ser perla o reventador. La raza ancho (Figura 2) se custodió en áreas ubicadas entre los 1 350 y los 2 000 m de altitud. En todos los casos esta raza se sembró dentro del sistema milpa junto con calabaza y frijol. Se empleó la práctica del zacateo, la cual consiste en quitar la hoja de la planta para usarse como forraje durante los periodos secos.



Figura 2. Mazorcas de la raza ancho en tres variantes de color.

Respecto a la raza pepitilla cabe mencionar que las cuatro variantes son distintas y se ubican entre 1 340 y 1 600 m de altitud. Una de las variantes posee un olote muy delgado y grano tipo arroz; otra variante es de mazorca muy gruesa con más de 20 hileras; otra variante es de color negro y olote rojo; y otra es un conito de grano cristalino (Figura 3). Esta raza también se siembra bajo el sistema milpa y con ella se practica el zacateo.



Figura 3. Aspecto de mazorcas bajo custodia de la raza pepitilla.

La raza conejo es la que está en mayor riesgo de extinción. En este caso ha sido necesario cambiar de custodios. Durante el año 2012 se custodiaron las variantes conejo blanco, conejo amarillo y conejo azul. Las colectas custodiadas de esta raza se ubican

en la región de la Costa Chica, en San Luis Acatlán, a una altitud entre 550 y 650 m (Figura 4).



Figura 4. Mazorcas custodiadas de la raza conejo.

Las otras razas, aunque no están comprometidas, son accesiones muy especiales, una de grano muy blanco tipo semiancho, de la raza vandeño, cultivada a 450 m de altitud; y otra de grano semiancho, de la raza mushito, establecida a 2 000 m de altitud (Figura 5). En relación con la raza desconocida, la cual se siembra en la zona semicálida, entre los 1200 y los 1500 m de altitud, se han medido mazorcas hasta de 30 cm. Cabe destacar que las dos colectas son diferentes en cuanto al tipo de grano, ya que uno es cristalino (Figura 6) y el otro semidentado.



Figura 5. Custodio de maíz mushito y muestra de mazorcas.



Figura 6. Raza desconocida con tipo de grano cristalino.

De acuerdo a las encuestas realizadas, el maíz ancho alcanza un rendimiento medio menor a 2 t/ha⁻¹. Esta raza se asocia con tres tipos de calabaza: tamalaya, huizayota y pipiana, de las cuales normalmente se producen 60 L de semilla por hectárea, así como 100 L de frijol. Los maíces pepitilla y reventador rinden hasta 3 t/ha⁻¹ de maíz. Asimismo se cosechan 300 kg de semilla de calabaza y 150 kg de frijol. Los maíces vandeño y mushito rinden más de 3 t/ha⁻¹, en tanto que la raza conejo rinde menos de 1 t/ha⁻¹. Respecto a la raza conejo aún falta información más precisa ya que solo se apoya a dos custodios.

En cuanto a la producción de semilla se obtuvieron 79 kg de maíz ancho, solo de mazorca seleccionada, 72 kg de maíz pepitilla y 80 kg de maíz azul. De estos maíces se proporcionaron de 3 a 5 kg a los técnicos, con tal de que los observen los productores de las regiones semicálidas ubicadas en algunos municipios que se sitúan en altitudes que van desde los 1 200 hasta los 1 800 m de altitud. A la fecha, se ha distribuido semilla entre 20 técnicos que colaboran con los programas del gobierno del estado de Guerrero.

Conclusiones

Se apoyó con insumos agrícolas para sembrar una hectárea a 15 productores de colectas puras. Se sustituyó a un custodio de la raza conejo por no cumplir con los compromisos adquiridos en el proyecto. Todos los productores que custodian las razas de maíz en el estado de Guerrero siembran el maíz bajo el sistema milpa. En promedio se produjeron para su promoción comercial 80 kg de semilla de tres maíces nativos mejorados: pepitilla, ancho y azul. La semilla mejorada de estos maíces se distribuyó en 10 municipios, entre 75 productores. A cada custodio se le recomendó a llevar a cabo la selección de su semilla en campo y no a granel, por lo que se les instruyó en algunas prácticas, como el desespigue.

Recomendaciones

Por cada raza custodiada se consideraron cuatro colectas, un número relativamente pequeño, ya que en el caso de la raza pepitilla se han identificado cinco colores y una gran diferencia en cuanto a tamaño de mazorca y de grano, esto sin considerar que las áreas de adaptación van desde 600 a 2 000 m de

altitud. Sería conveniente promover ferias o tianguis de maíz para identificar maíces muy especiales que se están extinguiendo y los cuales sería conveniente conservar. Por otra parte, para promover la distribución de los maíces custodiados sería interesante establecer parcelas demostrativas, como se ha hecho en el estado de Guerrero, pero como una actividad que forme parte del proyecto, en donde sea posible realizar talleres de capacitación para que el productor seleccione su propia semilla. Asimismo es necesario definir una política de apoyo a la conservación o a la custodia, porque existe la posibilidad de que dicho apoyo no sea permanente debido a la limitación de los recursos económicos destinados a los proyectos.

Bibliografía

- Hastorf, C. A. 2009. Río Balsas Most Likely Region for Maize Domestication. 106 (13): 4957-4958.
- Kato, T. A., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos y R. A. Bye. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad. 116 p.
- Ranere, A., D. R. Piperno, I. Holst, R. Dickau y J. Iriarte. 2009. The Cultural and Chronological Context of Early Holocene Maize and Squash Domestication the Central Balsas River Valley, México. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 106 (13): 5014-5018.
- Sánchez G., J. J., M. M. Goodman y C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and Morphological diversity in the Races of Maize of México. Economic Botany. 54 (1): 43-59.

Pagos por servicios de conservación *in situ* de razas criollas de maíz y fortalecimiento del banco comunitario de germoplasma

Oswaldo Baldemar Pérez Cuevas¹.

¹Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Correo electrónico: snics13@chh.sagarpa.gob.mx.

Resumen

El estado de Chihuahua cuenta con una gran diversidad de razas criollas de maíz, principalmente en la parte alta de la sierra de Chihuahua, así como en las regiones conocidas como Alta Babícora y Baja Babícora. En dichas regiones se pueden encontrar razas tales como ocho carreras, perla blanco, perla amarillo, pipitillo, Tulancingo amarillo y Tulancingo blanco; sin embargo, estas razas, al igual que algunas más, están en peligro de desaparecer debido a la siembra de grandes superficies con maíces híbridos de importación, lo cual ocurre principalmente en la región conocida como Baja Babícora. Para evitar la extinción de las razas criollas de maíz en el estado de Chihuahua, actualmente se lleva a cabo el proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema, pagos por servicios de conservación in situ de razas criollas de maíz*, a través de la participación de 14 custodios. Cada uno de los custodios sembró una hectárea con la raza de maíz que se le asignó para su resguardo, a excepción de uno, quien custodió dos razas y sembró una hectárea por cada una de ellas. Cuatro custodios sembraron la raza azul; otros cuatro sembraron la raza cristalino de Chihuahua; tres sembraron la raza apachito; y dos sembraron la raza gordo. Por último, el custodio que sembró dos razas, trabajó con las razas cristalino de Chihuahua y palomero de Chihuahua.

Introducción

Conocer el origen geográfico del maíz (*Zea mays* L.) tiene singular importancia para todas aquellas personas cuya misión es el mejoramiento genético de la especie. La razón de ello es que en el área de origen se puede localizar la diversidad genética más extensa. De igual forma, en estas áreas persisten evidencias notables de los métodos que se han utilizado para acelerar el mejoramiento genético de la especie. Otro aspecto importante, relacionado con el centro de origen, consiste en que muchas de las variedades cultivadas de las especies prosperan mejor en el territorio de los genotipos silvestres e incrementan su rendimiento por unidad de superficie con menores costos de producción. Una vez determinado el centro de origen, se pueden establecer estrategias para evitar que el permanente crecimiento demográfico extinga tanto a las poblaciones silvestres como a la diversidad genética de las variedades cultivadas, mediante la introducción de nuevas variedades o de híbridos, así como el incremento de la ganadería.

La inmensa variedad de razas de maíz que se cultivan en México, azules, rojos, amarillos, pintos o blancos, constituye una riqueza invaluable que debe aprovecharse en beneficio de las comunidades que aún las conservan, revalorando dichas razas a través de la tecnología, haciéndolas competitivas en el mundo. En el caso del maíz, la extinción sería trágica ya que se trata de un cultivo cuya importancia económica es universal. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es conservar las razas criollas de maíz a través del proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema, pagos por servicios de conservación in situ de razas criollas de maíz*.

Materiales y métodos

Se llevaron a cabo reuniones con los productores participantes en el proyecto y con los hijos de algunos de estos, ya que el promedio de edad de los custodios es de alrededor de 65 años. Tales reuniones se realizaron con el fin de sensibilizar a los productores

sobre la importancia de conservar y aprovechar la diversidad de las razas criollas de maíz. El desarrollo del proyecto consistió en ofrecer un apoyo económico mediante el pago de jornales, la adquisición de insumos y la asistencia técnica para lograr el aumento de la producción. Asimismo se alcanzó la producción y purificación de la semilla de estas razas.

En el proyecto participaron 14 agricultores de subsistencia, quienes custodiaron cinco razas criollas de maíz: apachito, azul, cristalino de Chihuahua, gordo y palomero de Chihuahua, las cuales se encuentran en peligro de desaparecer en las partes altas de la sierra de Chihuahua. Por otra parte, se dotó de equipo básico al banco comunitario de germoplasma. Dicho equipo consiste en estantería y un *minisplit*, el cual tiene la función de conservar una temperatura fresca al interior del recinto, con el propósito de evitar el deterioro de la semilla que se va a almacenar. Asimismo se llevó a cabo la electrificación de dicho banco comunitario.

Resultados y discusión

Se trabajó con 14 custodios y cada uno de ellos sembró una hectárea con la raza de maíz que se le asignó para su resguardo, a excepción de uno, quien custodió dos razas y sembró una hectárea por cada una de ellas. Cuatro custodios sembraron la raza azul; otros cuatro sembraron la raza cristalino de Chihuahua; tres sembraron la raza apachito; y dos sembraron la raza gordo. Por último, el custodio que sembró dos razas, trabajó con las razas cristalino de Chihuahua y palomero de Chihuahua. Desafortunadamente, la germinación no fue la adecuada en una hectárea sembrada con la raza gordo; la cual resultó afectada por la presencia tardía de las precipitaciones pluviales. Cabe señalar que en esta región se siembra con humedad residual de invierno, la cual comúnmente es suficiente para lograr una buena germinación.

Por otro lado, el resto de la superficie sembrada con otras razas también resultó afectada parcialmente debido a las heladas que se presentaron a mediados del mes de septiembre. Incluso una hectárea sembrada con la raza palomero de Chihuahua se perdió por completo a causa de una helada. Las producciones obtenidas, en la superficies que sufrieron afectación parcial, ya fuera por heladas o por sequía,

fueron de alrededor de 1.4 toneladas por hectárea. A fin de poder superar este promedio de producción el siguiente ciclo agrícola, se llevaron a cabo barbechos de invierno con la intención de captar las precipitaciones pluviales, ya fuera a partir de nieve o de lluvia.

Es importante resaltar que a pesar de la situación prevaleciente desde el ciclo agrícola 2011, respecto a las precipitaciones pluviales insuficientes, y en consecuencia, la disminución en la producción de semilla de maíz, se cuenta con material suficiente para efectuar la siembra del ciclo primavera-verano 2013 de las razas: apachito, azul, cristalino de Chihuahua y gordo, ya que en esta región la densidad de siembra es de 18 kg/ha⁻¹.

Se contó con una limitada cantidad de semilla de la raza palomero de Chihuahua, ya que la superficie sembrada durante el ciclo primavera-verano 2012 se siniestró totalmente a causa de una helada temprana, la cual ocurrió a mediados del mes de septiembre. Resulta necesario mencionar que la semilla utilizada (3 kg) fue proporcionada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Por ser muy poca la cantidad de semilla con la que se contó, y a fin de arriesgarla lo menos posible, se buscó su establecimiento en una superficie bajo condiciones de riego de auxilio. Desafortunadamente, esta raza es de un ciclo vegetativo más largo que el de las demás razas con las que se está trabajando, por lo que resultó afectada por heladas tempranas a mediados del mes de septiembre y se perdió totalmente la producción de este ciclo.

Es conveniente mencionar que la raza *palomero de Chihuahua* no es comercial en la zona, por lo que los productores son renuentes a sembrar superficies mayores a un cuarto de hectárea. Por esta razón, la multiplicación y la conservación de esta raza se lleva a cabo por uno de los custodios que también siembra otra raza y que además cuenta con un manantial, de donde se pueden proporcionar riegos de auxilio, a fin de disminuir los riesgos de pérdida de la semilla por sequía o por heladas.

Con tal de incentivar y de premiar el entusiasmo de los custodios que colaboran en este proyecto, año con año se invita a tres de ellos a la ciudad de México para participar en diferentes eventos. Este

año asistieron a la presentación del libro: *ExpresArte de la Tierra, tributo a los cultivos nativos de México*, dentro del marco del décimo aniversario de la creación del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). La asistencia a estos eventos son muy motivantes para los custodios, ya que regresan a su lugar de origen con muchas ideas, mismas que comunican a los demás productores. Cabe señalar que los custodios también han asistido a eventos de capacitación en los que participan custodios de todo el país. A la fecha, durante los tres años que los custodios han participado en el proyecto, a los eventos de capacitación se ha llevado a ocho de ellos.

Hoy el banco comunitario de germoplasma está dotado con equipo básico, razón por la cual es necesario establecer mayor protección para las instalaciones. Actualmente se espera que con recursos presupuestales del año 2013 se pueda poner un cerco de malla ciclónica en la parte de atrás de la citada construcción. Con respecto a lo anterior, se le ha explicado a los custodios participantes en el proyecto la importancia de contar con este tipo de instalaciones. Asimismo se ha referenciado la función del banco comunitario y la importancia de las semillas de las especies que pretenden resguardarse, a fin de ser usadas posteriormente para intercambio, venta o préstamo, o para usarse en caso de catástrofe. También se ha trabajado respecto a la difusión de los beneficios que representa la conservación de los recursos fitogenéticos de México.

Conclusiones

En el estado de Chihuahua se considera que de la superficie total sembrada, en cerca del sesenta y tres por ciento, es decir alrededor de 157 000 hectáreas, se lleva a cabo el cultivo de temporal, de las cuales se siembran aproximadamente 121 000 hectáreas (77 %) con razas de maíces criollos, siendo destinada prácticamente toda la producción para el autoconsumo, ya sea del mismo productor o para venta local, lo que nos da una idea de la gran importancia que tiene la producción de grano de razas de maíces criollos en la alimentación de las personas que viven en estas comunidades.

Las razas de maíces criollos se destacan por ser materiales que se encuentran adaptados perfectamente a

las condiciones adversas del clima, principalmente en referencia a las heladas, al alto estrés hídrico y a la ubicación en alturas superiores a los 2 000 msnm. Además, dichas razas poseen periodos vegetativos muy cortos, lo cual las hace sumamente eficientes en las zonas donde se siembran, en comparación con otras variedades o híbridos que se desarrollan bajo las condiciones descritas anteriormente.

Resulta de primordial importancia incentivar a las nuevas generaciones, en cuanto a la siembra y conservación de las razas criollas de maíz, ya que la edad promedio de los actuales custodios es de 68 años. Desafortunadamente a los agricultores jóvenes no les parece atractiva esta actividad, debido principalmente al nulo beneficio económico que representa, por lo que está en riesgo la conservación de la diversidad y de las técnicas tradicionales de cultivo de maíz que se han desarrollado en la región.

Las razas que actualmente se conservan en el estado de Chihuahua, a través del proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema, pagos por servicios de conservación in situ de razas criollas de maíz*, son: apachito, azul, cristalino de Chihuahua, gordo y palomero de Chihuahua. Las razas mencionadas se encuentran en peligro de extinción, principalmente las razas gordo y palomero de Chihuahua, esta última debido principalmente al pequeño tamaño de su grano y a su poco valor comercial, razón por la cual a los agricultores que la llegan a sembrar se les dificulta enormemente la comercialización de su producción. Por lo anterior, se está tratando de convencer a los participantes en este proyecto para que reserven una pequeña superficie en la cual puedan sembrar la raza palomero de Chihuahua, y si es posible, proporcionar un riego de auxilio, para lo que se requiere de un manantial o de una noria. Es importante recalcar que los productores que cultivan estas razas son productores de autoconsumo, diseminados principalmente en toda la sierra de Chihuahua, quienes cultivan la tierra más por costumbre que por negocio.

En relación al banco comunitario de germoplasma, es importante continuar con el fortalecimiento, ya que este está diseñado para el servicio a los agricultores de la región, a fin de resguardar su material, para que pueda ser usado en casos de

catástrofe, lo que es común que se presente en los estados del norte del país, generalmente en forma de sequía. Es primordial incentivar la integración del proyecto con centros de enseñanza, investigadores y otros agricultores de la zona, con tal de fomentar el intercambio de materiales de especies nativas.

Bibliografía

Muñoz, A. 2003. Centli-Maíz, prehistoria e historia, diversidad, potencial, origen genético y geográfico. Glosario Centli-Maíz.

Wellhausen, E. J., L. M. Roberts, E. Hernández X. y P. C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto técnico. Núm. 5. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 237 p.

Manejo y uso sustentable del agroecosistema

Pablo Amín Ruiz Cruz¹, Víctor Hugo Díaz Fuentes² y Manuel Grajales Solís³.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Correo electrónico: ruiz.amin@inifap.gob.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Correo electrónico: diaz.victor@inifap.gob.mx. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Correo electrónico: grajales.manuel@inifap.gob.mx.

Resumen

La conservación de maíces criollos *in situ*, frijol, calabaza y otros cultivos agrícolas, anuales y perennes, es de gran importancia para los custodios ya que con ello aseguran la producción de semilla de calidad para el consumo familiar y para la siembra del próximo ciclo. Es importante que en este trabajo se involucren acciones de instituciones, investigadores, asesores técnicos y productores a nivel nacional, todos enfocados hacia la conservación de las razas del maíz criollo, del frijol y de la calabaza. No obstante, queda claro que dicha actividad debe estar acompañada por otras actividades productivas enfocadas a la organización, comercialización y transformación final del grano de maíz criollo, frijol y calabaza. La finalidad es que los productores se sientan motivados a continuar este tipo de actividades, ya que resaltan aspectos de la cultura tradicional que identifica a la riqueza del pueblo mexicano, genera empleos en el campo y en las industrias productoras de harina y además impactan favorablemente al sustento de los campesinos, a sus familias y a su comunidad de origen. Lo anterior se encuentra directamente relacionado con la disminución de la migración de familias campesinas hacia otras ciudades o países.

Introducción

México es considerado como un centro de origen del maíz (Leaños *et al.*, 2007), además es muy importante por su gran diversidad genética y por el desarrollo de las razas de maíz criollo altamente productivo (Arévalo *et al.*, 2007). El estado de Chiapas también es considerado importante por su gran diversidad genética de maíces criollos (Martínez *et al.*, 2003), dicho estado se ubica en el tercer lugar en producción de maíz en México (Vázquez *et al.*, 2007), con una superficie de 552 580 ha, en las cuales se producen 1 360 689 t de grano bajo condiciones de temporal, con un rendimiento de 2.4 t/ha⁻¹ (Nieto *et al.*, 2007). En Chiapas, los principales municipios productores de maíz son: Tuxtla Gutiérrez con 28.6 %, Comitán con 26.8 %, Villaflores con 11.6 % y Palenque con 10 %, de los cuales se obtiene el 77 % de la producción estatal. La importancia de este cultivo radica en el beneficio social que genera en la mayoría de las áreas rurales del estado al cubrir las necesidades básicas de alimentación (Aguirre *et al.*, 2007).

Materiales y métodos

El presente trabajo consistió en la conservación de maíces criollos establecidos en las siguientes localidades del estado de Chiapas: Barrio Yolambé y Las Ollas, situadas en el municipio de San Juan Chamula; Benito Juárez, Las Flores Buena Vista y San Luis, ubicadas en el municipio de Motozintla; El Madronal en el municipio de Amatenango del Valle; El Porvenir, situada en el municipio de Teopisca; Guadalupe Victoria, ubicada en el municipio de Villaflores; Narciso Mendoza, en el municipio de Corzo; Ocuilapa, ubicada en el municipio de Ocozacoautla; y Pasté, situada en el municipio de Zinacantán.

En las localidades antes mencionadas se realizaron reuniones de carácter informativo acerca del proyecto para conocer la problemática a la que se enfrentan los custodios en cuanto a la conservación *in situ* de las razas de maíces criollos, frijol y calabaza. Posteriormente los custodios seleccionados y colaboradores del proyecto firmaron una carta compromiso,

con el objetivo de asumir responsabilidades en relación con las actividades agronómicas de los cultivos, para la entrega de mazorcas, semillas de maíces criollos, frijol y calabaza. Asimismo se entregaron insumos y herramientas menores al efectuar las actividades agrícolas para el establecimiento y conducción de las parcelas de razas de maíces criollos, intercalados con frijol y calabaza. Los recorridos de intercambio tecnológico, con la participación de custodios y productores de la zona, fueron de gran importancia ya que se discutieron aspectos que ayudaron a la estabilidad del sistema de producción, como la labranza de conservación, la fertilización, la selección de semillas, el manejo integrado de plagas y el almacenamiento de semillas. Mediante el uso de silos metálicos se realizó la conservación *in situ* de las seis razas de maíces criollos: clavillo, comiteco, motozinteco, olotón, tehua y tepicintle. Cada custodio conservó 4 kg de semillas de maíz, 10 mazorcas por variedad por raza por custodio, 1 kg de frijol y 200 g de semilla de calabaza.

Resultados y discusión

Fichas técnicas, colectas de maíces criollos y otros cultivos agrícolas

En los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2012, se realizó la colecta de los siguientes maíces criollos: clavillo, comiteco, motozinteco, olotón, tehua y tepicintle, de igual forma se realizó la colecta de otros cultivos agrícolas como frijol, calabaza, calabaza chilacayote, chícharo y haba.

Selección de mazorcas de maíces criollos en campo

Se realizó un recorrido en campo por las 24 parcelas de los custodios, quienes informaron sobre las diferentes características que se encontraron en los maíces criollos. Se seleccionaron las mazorcas que presentaban mejor calidad y tamaño, así como mejores características físicas. Posteriormente las mazorcas criollas se llevaron al laboratorio para ser registradas mediante una ficha técnica. Se realizó la elaboración de 24 fichas de maíces criollos y de 24 fichas de los custodios colaboradores en el proyecto, así como de los cultivos agrícolas intercalados. En cada una de las fichas técnicas se describieron los puntos importantes para la conservación y el envío

de maíces criollos al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI).

Eventos de difusión y capacitación

Se realizaron otras actividades no programadas dentro del proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema*. Se llevaron a cabo cursos de capacitación y eventos demostrativos de maíces criollos y otros cultivos agrícolas. El día 9 de noviembre del año 2012, tuvo lugar el Día del Agricultor Forestal, Agrícola y Pecuario 2012, en el Campo Experimental Rosario Izapa, del Centro de Investigación Regional Pacífico Sur (CIRPAS), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en donde se dieron a conocer programas de investigación sobre árboles maderables, soya, forrajes tropicales, biotecnología y biofertilizantes. Asimismo se dieron a conocer las razas de maíces criollos y otros cultivos agrícolas, los cuales son producto de la colecta realizada en los ocho municipios en donde se encuentra establecido el proyecto (Figura 1).



Figura 1. Estand de maíces criollos durante el Día del Productor Forestal, Agrícola y Pecuario, celebrado el día 9 de noviembre del año 2012, en el Campo Experimental Rosario Izapa.

El objetivo de dicho evento consistió en informar a los asistentes sobre las actividades del Campo Experimental Rosario Izapa, ya que de los 38 campos experimentales este es uno de los más importantes a nivel nacional. Durante el día del agricultor se contó con la presencia de 272 productores, 192 estudiantes, 60 comercializadores, 50 técnicos y cinco académicos, lo que da un total de 579 asistentes.

Productos entregables e indicadores de impacto

Los productos entregables del proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema*, son fichas técnicas de los siguientes cultivos: maíces criollos con 24 fichas; calabaza con 11 fichas; frijol con ocho fichas; chícharo con una ficha; y haba con una ficha (Figura 2).



Figura 2. Colecta de maíces criollos, frijol y calabaza.

De igual forma se entregaron un informe final y 24 fichas técnicas de los custodios de maíces criollos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Custodios de maíces criollos del proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema*.

N/p	Nombre	Calidad	Municipio / estado	Coordenadas de la parcela	Altitud (msnm) parcela	Variedad de cultivo	Cultivo asociado
1	Felipe de Jesús Serrano Nanguelú	Guadalupe Victoria	Villaflores / Chiapas	16° 27'09.1" Norte 93° 7'26.5" Oeste	785	Tepecintle Blanco	Frijol, calabaza
2	Nectali Méndez Nucamendi	Guadalupe Victoria	Villaflores / Chiapas	16° 26'10.7" Norte 93° 07'09.9" Oeste	853	Tepecintle Blanco	Frijol, calabaza
3	Rafael Nucamendi Toala	Guadalupe Victoria	Villaflores / Chiapas	16° 26'09.1" Norte 93° 07'10.1" Oeste	848	Tehuá	Frijol, calabaza
4	Sein Vázquez Hernández	Guadalupe Victoria	Villaflores / Chiapas	16° 26'08.7" Norte 93° 10'09.9" Oeste	855	Olotillo Amarillo	Frijol, calabaza
5	Isaías Cruz Ramos	Guadalupe Victoria	Villaflores / Chiapas	16° 25'10.4" Norte 93° 09'10.1" Oeste	843	Tepecintle Blanco	Frijol, calabaza
6	José de la Cruz Pérez	Pasté	Zinacantan / Chiapas	16° 43'00.6" Norte 92° 43'31.0" Oeste	2273	Tehuá Blanco	Calabaza
7	Pascual Méndez López	Barrio Yolonbe	San Juan Chamula / Chiapas	16° 46'57.1" Norte 92° 32'52.9" Oeste	2451	Olotón Amarillo	Frijol, calabaza
8	Miguel Hernández Méndez	Las Ollas	San Juan Chamula / Chiapas	16° 45'52.7" Norte 92° 32'52.0" Oeste	2462	Olotón Amarillo	Frijol, habas
9	Dominga Méndez Gómez	Las Ollas	San Juan Chamula / Chiapas	16° 46'52.5" Norte 92° 32'48.3" Oeste	2433	Olotón Negro y Crema	Frijol, calabaza y chilacayote
10	Manuel Méndez Gómez	Las Ollas	San Juan Chamula / Chiapas	16° 46'53.2" Norte 92° 32'51.6" Oeste	2448	Olotón Blanco y Amarillo	Frijol, chícharo
11	Leodegario Pérez Díaz	Ocuilapa	Ocozacoautla / Chiapas	16° 51'19.0" Norte 93° 24'53.1" Oeste	949	Tepecintle Blanco	Frijol, calabaza
12	José Ángel Cuesta García	Narciso Mendoza	Chiapa de Corzo / Chiapas	16° 34'55.0" Norte 92° 57'39.3" Oeste	593	Olotillo	Frijol
13	Román Castro Hernández	Narciso Mendoza	Chiapa de Corzo / Chiapas	16° 33'44.4" Norte 92° 57'34.9" Oeste	761	Olotillo Blanco y Amarillo	Frijol
14	Marcelina Hernández Vázquez	Narciso Mendoza	Chiapa de Corzo / Chiapas	16° 34'46.1" Norte 92° 57'43.8" Oeste	643	Olotillo	Frijol
15	Felipe Cuesta García	Narciso Mendoza	Chiapa de Corzo / Chiapas	16° 34'05.1" Norte 92° 57'45.9" Oeste	725	Tepecintle Negro	Frijol, calabaza
16	Luis Gómez Álvarez	El Porvenir	Teopisca / Chiapas	16° 33'25.4" Norte 92° 28'19.2" Oeste	1801	Comiteco Rojo y Negro	Frijol
17	Juan Bermúdez Gómez	El Porvenir	Teopisca / Chiapas	16° 33'26.0" Norte 92° 28'17.8" Oeste	1797	Comiteco Negro	Frijol

Cuadro 1. Custodios de maíces criollos del proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema* (continuación).

N/p	Nombre	Calidad	Municipio / estado	Coordenadas de la parcela	Altitud (msnm) parcela	Variedad de cultivo	Cultivo asociado
18	Humberto Hernández López	El Porvenir	Teopisca / Chiapas	16° 33'24.0" Norte 92°28'15.5" Oeste	1790	Comiteco	Frijol
19	Emilio Ruiz Zúñiga	El Porvenir	Teopisca / Chiapas	16° 33'27.1" Norte 92°28'19.7" Oeste	1796	Comiteco Blanco y Amarillo	Frijol
20	María Elena Pivral Pérez	San Luis	Motozintla / Chiapas	16° 33'27.1" Norte 92°19'38.2" Oeste	2055	Motozinteco Amarillo	Calabaza, chilacayote
21	Vuenamias Isabel Velázquez Pérez	Benito Juárez	Motozintla / Chiapas	16° 21'32.4" Norte 92°19'14.5" Oeste	2043	Motozinteco Amarillo	Frijol
22	Antonia Pérez Velázquez	Las Flores Buenavista	Motozintla / Chiapas	16° 22'25.4" Norte 92°19'15.3" Oeste	2061	Motozinteco Amarillo	Frijol, calabaza y chilacayote
23	Marina Santizo Pérez	Benito Juárez	Motozintla / Chiapas	16° 21'59.8" Norte 92°19'08.5" Oeste	2050	Motozinteco Amarillo y Blanco	calabaza, chilacayote
24	Ausencio Solano Jiménez	El Madronal	Amatenango del Valle	16° 30'48.4" Norte 92°26'06.8" Oeste	1837	Tehuá Amarillo	Frijol

Respecto al indicador de impacto se espera que a corto, mediano y largo plazo, los productores de las nueve zonas del estado de Chiapas conozcan la importancia del establecimiento de los maíces criollos intercalados con otros cultivos. En este sentido, los resultados del estudio constituyen una herramienta indispensable para que los custodios dispongan de los elementos básicos y necesarios para la selección de maíces criollos y puedan de esa forma obtener mejor calidad y mayores rendimientos. Las actividades de difusión implementadas, como establecimiento de parcelas demostrativas de maíces criollos, realización de eventos demostrativos de campo e información otorgada por escrito, han permitido dar a conocer a los custodios que ya han establecido este cultivo y a otros interesados en establecerlas. También se ha difundido la tecnología necesaria para el establecimiento y el manejo de cultivos de maíces criollos, así como la información sobre el personal técnico de instituciones operativas del sector.

Conclusiones

Se cuenta con 24 custodios capacitados para conservar e incrementar la producción de maíces criollos intercalados con frijol, calabaza y otros cultivos agrícolas en el estado de Chiapas.

Respecto a la conservación *in situ*, es necesaria la producción de los maíces criollos mediante silos, para la siembra del próximo ciclo. De igual forma se requiere de la realización de eventos demostrativos en campo sobre los maíces criollos de la zona, intercalados con frijol, calabaza y otros cultivos anuales.

Se elaboraron paquetes tecnológicos sobre los maíces criollos intercalados con frijol, calabaza y otros cultivos anuales.

Bibliografía

- Aguirre G., J. A., J. L. Pons H., M. L. García L., M. G. Vázquez C. y M. Nieto S. 2007. Estrategia para la conservación de maíces criollos en el estado de Guanajuato. *In: II Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y Uso de los Maíces Criollos*. SOMEFI y UMSNH. Uruapan, Michoacán.
- Arévalo V., A., M. Hernández M. y J. L. Pons H. 2006. Optimización del espacio vital entre plantas de la nueva variedad de maíz V-322E. *In: XXXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.
- Cueva T., B., G. Pérez S., A. G. Carranza H., A. Aguirre G., J. L. Pons H. y M. Segura N. 2004. Proteomic Profiles and Nutritional Properties of Maize Landraces of "El Bajío". *In: 46th Annual Maize Genetics Conference*. Mexico.
- Delgadillo S., F., F. Zárate Z. y J. L. Pons H. 1986. Respuesta de dos poblaciones de maíz de amplia base genética a los virus del mosaico enanismo variante B y del moteado clorótico. *In: XI Congreso Nacional de Fitogenética*. Guadalajara, Jalisco.
- García L., M. L., J. A. Aguirre G., J. Á. Quijano C., J. L. Pons H., M. Segura N. y M. G. Vázquez C. 2007. Estudio de la interacción genotipo por ambiente en maíces criollos de Guanajuato. *In: Memorias de la 2.^a Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y Uso de los Maíces Criollos*. SOMEFI y UMSNH. Uruapan, Michoacán.

Godínez M., J. L., J. L. Pons H. y M. Segura N. 2003. Determinación del patrón de expresión del gen de actina *mac1* en el embrión y el endospermo durante el desarrollo de la semilla de maíz (*Zea mays* L.). *In: Congreso Nacional de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas 5.º Simposio México-EUA.* Acapulco, Guerrero.

Segura N., M., J. L. Pons H., M. L. García L. y M. G. Vázquez C. 2007. Base de datos sobre maíces criollos de Guanajuato, propiedades nutricionales y proteómicas. *In: Memorias de la 2.ª Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y Uso de los Maíces.* SOMEFI y UMSNH. Uruapan, Michoacán.

Segura N., M., L. R. Rocha O., J. A. Aguirre G. y J. L. Pons H. 2008. Algunas características agrícolas, bioquímicas y moleculares del maíz criollo tabloncillo zamorano. *XXII Congreso Nacional y II Internacional de Fitogenética.* Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, Estado de México.

Segura N., M., M. García L., M. L. Aguirre G., J. L. Pons H., G. B. Cueva T. y G. B. Rocha O. 2008. Los maíces criollos de El Bajío de Guanajuato: algunas características de importancia agronómica, bioquímica y molecular. *In: Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, A. C. Mérida, Yucatán.*

Vázquez C., M. G., Y. Salinas M., J. A. Aguirre G., J. L. Pons H., L. García L. y M. Segura N. 2007. Calidad en grano y tortillas de maíces nativos del estado de Guanajuato, México. *In: Memorias de la 2.ª Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y Uso de los Maíces.* SOMEFI y UMSNH. Uruapan, Michoacán.

Manejo y uso sustentable del agroecosistema en el Estado de México

Rafael Ortega Paczka¹, José Alberto Aguilar Juárez², Jessica Jazmín González Regalado³ y Marco Moreno Moreno⁴.

¹Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Centros Regionales. Correo electrónico: paczka@correo.chapingo.mx. ²Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Agroecología. Correo electrónico: aguilar_agroe@hotmail.com. ³Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Agroecología. Correo electrónico: bombon0405@hotmail.com. ⁴Universidad Autónoma Chapingo. Campo Agrícola Experimental. Correo electrónico: mar.lary.yed@hotmail.com.

Resumen

El proyecto consistió en aplicar la metodología pertinente, conforme a Aguilar y González (2012), para determinar en una zona los custodios de maíces criollos y por otra parte registrar las características de cinco agricultores custodios y de sus familias, así como llevar a cabo el seguimiento de las prácticas que realizan en sus milpas, lo anterior mediante la elaboración de fichas técnicas. El proyecto tomó como estudio de caso el sureste del Estado de México e informa acerca de las acciones y los resultados de la conservación de cinco poblaciones locales nativas de maíz criollo (tres de la raza chalqueño, una de la raza cónico y otra de la raza ancho). La metodología consistió en determinar las poblaciones de maíz que deberían custodiarse, así como a los agricultores, mediante el concepto de colección central y tipología de productores, respectivamente, para lo cual se trabajaron tres fases. La primera fase consistió en realizar un diagnóstico general, la segunda fase abordó la caracterización morfológica para realizar un análisis de conglomerados y la tercera fase radicó en la distribución ecológica y antrópogena de las poblaciones locales de maíz en la zona. Por último se ocuparon estas tres fases para generar la colección central y de este modo elegir las poblaciones que deberían conservarse. Con respecto a la colección central se eligieron cinco poblaciones, debido a que fue el presupuesto asignado. Entre las conclusiones se destaca que la conservación de cinco poblaciones de maíces se realizó satisfactoriamente durante ese año; sin embargo, cabe recalcar que es de suma importancia conservar la mayor parte de la diversidad. En las recomendaciones se señalan tres puntos importantes: incrementar el número de custodios en la zona para poder atender gran parte de la diversidad, mediante la realización de estudios periódicos, ya que la diversidad es dinámica; abrir los lineamientos del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) a todo tipo de prácticas para que no se modifiquen las realizadas por los agricultores custodios; y establecer *fondos de semillas* que ayuden a prevenir la pérdida de semilla por alguna catástrofe ambiental o de otra índole.

Introducción

El sureste del Estado de México se integra por 12 municipios, en los cuales el cultivo del maíz es el más importante y en donde se siembran alrededor de 30 000 ha, las cuales se encuentran ubicadas en altitudes que varían desde 2 100 hasta 2 700 m sobre el nivel del mar. En la mayor parte de la superficie este cultivo se siembra en abril, mes en el que generalmente llueve poco, pero el establecimiento se realiza aprovechando la humedad residual producto de las precipitaciones invernales. Aproximadamente

en un tercio de la superficie no es posible sembrar en abril o mayo, sino que hay que esperar a que se establezca el temporal, lo que generalmente ocurre en el mes de junio.

En la zona predominan minifundistas y campesinos, quienes siembran variedades criollas y venden una parte del grano que cosechan, así como las hojas que cubren la mazorca, las cuales se usan para envolver tamales. Alrededor del setenta por ciento

de los productores seleccionan la semilla a partir de su propia cosecha. La zona de estudio se considera el centro de diversidad de la raza de maíz chalqueño, endémica de nuestro país y una de las más productivas y evolucionadas.

Los maíces criollos del sureste del Estado de México se caracterizan por presentar grano de calidad y una formidable adaptación específica a los ambientes agroclimáticos donde se cultivan, por lo que son apreciados por los productores. La mayor parte de los cultivares se ubican dentro de la raza chalqueño, predominando el color de grano crema. También son frecuentes los de grano blanco y morado, siendo menos frecuentes los de grano amarillo. En algunas partes con menor precipitación los maíces criollos corresponden a la raza cónico, color de grano blanco, amarillo y morado. Algunos agricultores siembran maíces de la raza cacahuacintle. En la parte extremo sur, de menor altitud, se cultivan maíces criollos de la raza ancho, la cual por su mayor valor en el mercado está siendo cultivada y adaptada por otros agricultores de las partes más altas.

Se consideró importante volver a estudiar la diversidad de maíz en la zona y con base en los resultados del estudio determinar los cultivares que deberían custodiarse, para auspiciar la conservación de la mayor diversidad posible mediante el seguimiento y el suministro de apoyo para un número reducido de poblaciones de maíces criollos. El proyecto consistió en aplicar la metodología, conforme a Aguilar y González (2012), para determinar el número de custodios de maíces criollos en una zona y por otra parte registrar, mediante la elaboración de fichas técnicas, las características de cinco agricultores custodios y de sus familias, así como dar seguimiento a las prácticas empleadas en sus milpas.

Materiales y métodos

La colección original de 66 maíces criollos de la zona, así como su caracterización en campo, se realizó en el año 2010 (Ortega, 2011). Para efectuar la caracterización se retomaron la mayoría de los datos publicados en el artículo «Conservación *in situ* y mejoramiento participativo de maíces criollos en el sureste del Estado de México», específicamente del apartado *Evaluación de materiales genéticos mediante*

experimentos convencionales. Los datos del resto de la investigación se obtuvieron durante los años 2011 y 2012. El método seguido durante dicho periodo fue el que se diseñó para la elaboración de la tesis de licenciatura de Aguilar y González (2012).

En forma resumida dicho método consistió en delimitar el área geográfica del trabajo; realizar un diagnóstico rápido que permitiera comprender la situación actual en la que se encuentran los productores y el manejo de los cultivares locales de maíz; descubrir la diversidad de las poblaciones locales de maíz de la zona, con base en el análisis de conglomerados; y analizar la distribución ecológica y antrópogena de las poblaciones locales de maíz en la zona, para identificar los ambientes en donde se encuentran. Con base en lo anterior se creó una colección central para visualizar las poblaciones relevantes y posteriormente efectuar su conservación. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

Colecta de semilla y acopio de información preliminar

Se realizó el acopio de información y de semilla de las colectas, con base en publicaciones anteriores de Ortega. La información se concentró principalmente en lo relativo a la producción y a las problemáticas del ciclo anterior.

Apoyo proporcionado con agroquímicos

Se apoyó a los productores con \$10,000.⁰⁰ en promedio, en forma de insumos. Cada productor eligió el insumo y la cantidad respectiva que necesitaba hasta cubrir el monto total del subsidio.

Trabajos realizados durante las visitas periódicas a lo largo del año

Se realizaron visitas periódicas a cada uno de los agricultores para darle seguimiento al desarrollo del cultivo y elaborar la ficha técnica de cada productor, la cual concentró los datos relacionados a las parcelas en cuanto a la diversidad de maíz existente; a los demás cultivos que producen; las rotaciones y el croquis, así como aspectos sociales y de comercialización. Se aprovechó para tomar fotografías de lo que se registraba. En lo relacionado al desarrollo del cultivo se

describen las actividades realizadas hasta finales del mes de octubre en las parcelas custodiadas, así como los materiales y los gastos que se ejecutaron.

Resultados y discusión

Colectas, acopio de información preliminar y apoyo proporcionado

En promedio se colectaron 3 kg de semillas de cada una de las poblaciones para efectuar el resguardo respectivo en el banco de germoplasma. También se colectaron mazorcas representativas de cada uno de los custodios, las cuales podrían ser exhibidas en un museo. Dentro de la información preliminar se encontró que la mayoría de los productores se vieron muy afectados por las heladas del 7 y del 9 de septiembre del año 2011. El agricultor de Coatepec, estuvo a punto de perder su semilla por esta afectación climática; sin embargo, logró rescatar la semilla necesaria para sembrar este año. Lo anterior evidencia la urgencia de poder implementar *fondos de semillas* en este programa para poder brindar una opción eficiente ante la pérdida de semillas criollas por desastres climáticos o de otra índole. En lo que respecta al apoyo económico brindado a los productores, este se utilizó para comprar fertilizante para todos los custodios, ya que es el insumo más caro dentro de la producción.

Resumen de labores agrícolas de las parcelas custodiadas

En el informe en extenso se presentó el desarrollo de los cultivos por cada custodio, las fechas de las actividades realizadas y se detalló y se desglosó la información relevante sobre la mano de obra utilizada al mismo tiempo que se hicieron múltiples observaciones. Algunos de los datos mencionados se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Resumen de labores agrícolas y fechas en que se llevaron a cabo, en lo relativo a los maíces criollos en custodia en el sureste del Estado de México.

Actividad	Cónico amarillo de Coatepec	Ancho blanco de Cuecucuatitla	Chalqueño crema de Zoyatzingo	Chalqueño blanco de Juchitepec	Chalqueño azul de Juchitepec
Surcado y siembra	21 de mayo	20 de mayo	10 de abril	20 de abril	21 de abril
Primer labor	8 de junio	30 de mayo	20 de mayo	17 de mayo	18 de mayo
Aplicación de fertilizante	26 de junio	30 de mayo	20 de mayo	17 de mayo	18 de mayo
Despacho (cultivo final)	21 de mayo	9 de junio	15 de junio	19 de junio	20 de junio
Aplicación de herbicida	X	X	20 de julio	15 de julio	16 de julio

Productos entregables e indicadores de impacto

Se entregó el informe en extenso, el cual comprende 65 páginas, cinco fichas técnicas de los agricultores custodios que se apoyaron, 11 cuadros y numerosas ilustraciones, así como 1 kg de semilla y cinco mazorcas de cada una de las razas de los maíces criollos custodiados. Se apoyó satisfactoriamente la conservación de cinco poblaciones locales de maíz, las cuales fueron: una población de la raza cónico amarillo, una población de la raza chalqueño blanco, una población de la raza chalqueño crema, una población de la raza chalqueño azul y una población de la raza ancho, originarias de la zona de Chalco-Amecameca, del Estado de México, específicamente de los municipios de Tepetlixpa, Amecameca, Juchitepec e Ixtapaluca. Adicionalmente a los productos comprometidos en el proyecto, se logró la elaboración de la tesis de licenciatura de Aguilar y González (2012), en la cual se diseñó y se puso a prueba la metodología que debería seguirse en la determinación de los custodios de maíz de una zona.

Conclusiones y recomendaciones

En el sureste del Estado de México, en el ciclo de producción mencionado se apoyó satisfactoriamente la conservación de cinco poblaciones locales de maíz, mediante el proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema*. Las poblaciones conservadas fueron: una población de la raza cónico amarillo, una población de la raza chalqueño blanco, una población de la raza chalqueño crema, una población de la raza chalqueño azul y una población de la raza ancho, originarias de la zona de Chalco-Amecameca, del Estado de México, específicamente de los municipios de Tepetlixpa, Amecameca, Juchitepec e Ixtapaluca. Cabe mencionar que a pesar del esfuerzo que se realiza para conservar a las poblaciones locales de maíz, este no es suficiente para abarcar toda la diversidad, por ello se recomienda ampliar el número de poblaciones que se deben conservar en la zona.

Se señalan tres puntos importantes como recomendaciones: incrementar a por lo menos 17 el número de custodios en la zona, los cuales se podrían determinar mediante la metodología de Aguilar y González (2012), para poder atender gran parte de

la diversidad, mediante la realización de estudios periódicos, ya que la diversidad es dinámica; abrir los lineamientos del SINAREFI a todo tipo de prácticas para que no se modifiquen las realizadas por los agricultores custodios; y establecer *fondos de semillas* que ayuden a prevenir la pérdida de semilla por alguna catástrofe ambiental o de otra índole.

Bibliografía

Aguilar J., J. A. y J. J. González R., 2012. Diversidad de maíz en el sureste del Estado de México y determinación de sus custodios. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Agroecología. 104 p.

Ortega P., R. 2011. Conservación *in situ* y mejoramiento participativo de maíces criollos en el sureste del Estado de México. Resúmenes ejecutivos, ejercicio fiscal 2009. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. 60 p.

Manejo integral del agroecosistema en los estados de Veracruz e Hidalgo

Santiago Cruz Castro¹

¹Agroservicios el Indio Kuali Tekitl, S. C. Correo electrónico: santiagocc@colpos.mx.

Resumen

El presente trabajo consistió en multiplicar dos razas de maíz criollo en los estados de Hidalgo y Veracruz. La tarea radicó primeramente en identificar el material más puro, previo reconocimiento realizado por expertos de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Una vez identificadas las razas se procedió junto con los custodios a realizar la siembra de los materiales para su multiplicación. En el caso de la raza cacahuacintle, la siembra se realizó en una hectárea, en un sitio denominado El Horno, en el municipio de Francisco I. Madero, Hidalgo; y respecto a la raza Coscomatepec, la siembra se llevó a cabo en la localidad de Chalchitepec, en el municipio de Huatusco, Veracruz. Ambos materiales presentaron un buen comportamiento en la producción a pesar de las condiciones ambientales adversas. El material más precoz fue el correspondiente a la raza cacahuacintle (7 meses) y el más tardío fue la raza Coscomatepec (10 meses), la cual está adaptada a las condiciones medioambientales de la zona donde se desarrolla. Se ofreció capacitación a productores en relación al manejo agronómico del maíz y se realizó una investigación enfocada a la aplicación de productos antihelada, con resultados favorables en tolerancia de helada hasta -1 °C. Por último, cabe señalar que se requiere de capacitación relacionada con el manejo agronómico del cultivo; con la elaboración de composta; con el manejo integrado de plagas y enfermedades; con la creación de un banco comunitario de semillas; y con el tratamiento del grano y la semilla para efectuar su conservación.

Introducción

Existen condiciones respecto a la ubicación geográfica y al suelo que propician el desarrollo óptimo de los cultivos en ciertas regiones y nichos ecológicos, que interactúan con las especies vegetales y ofrecen adaptabilidad y tolerancia, hasta cierto grado, a las condiciones medioambientales, tales como la sequía, las heladas y los vientos, con lo cual se logra la producción de las especies, en mayor o menor grado, dependiendo de las condiciones imperantes de los factores climáticos.

Dichas especies están tan bien adaptadas que pueden ofrecer ciertos atributos productivos con un manejo agronómico acorde a las condiciones mencionadas; sin embargo, los usos y costumbres de los productores representan la mayor ventaja, ya que son quienes constantemente experimentan en función de los cambios contrastantes del clima. Por ello es necesario implementar acciones que coadyuven a evitar

mermas en las cosechas, por ejemplo, el manejo de plagas y enfermedades; la nutrición del suelo y de la planta; la facilitación de la disponibilidad de humedad; y la adecuación de las fechas de siembra para prevenir las bajas temperaturas y las granizadas, ya que estas condiciones han afectado a los lotes de producción en donde se llevó a cabo el presente estudio y a su vez han mermado marcadamente la producción de maíz y frijol.

Los objetivos del presente trabajo consistieron en multiplicar y depurar materiales criollos de maíz de la raza cacahuacintle y de la raza Coscomatepec, en los sitios anteriormente mencionados; conservar y mejorar la diversidad genética de maíz a través de la capacitación y la formación de recursos humanos en materia agronómica; y realizar ensayos con productos antifrío o antihelada para adecuar las fechas de siembra de los materiales criollos.

Materiales y métodos

En primer lugar se realizó un recorrido en las regiones productoras, se colectaron muestras y se llevaron con los expertos de la UACH para su identificación. Una vez identificadas las muestras de las razas indicadas, con los custodios seleccionados de acuerdo a su aptitud y experiencia, se procedió a establecer la parcela de cultivo para efectuar la multiplicación del material. Se efectuó el manejo agronómico, acorde a la zona de producción de la raza de maíz seleccionada, así como a la capacitación de los productores de maíz. Asimismo en el municipio de Francisco I. Madero, Hidalgo se realizó un ensayo con productos antihelada para obtener datos respecto a la tolerancia del maíz a las bajas temperaturas.

Resultados y discusión

La siembra por cada raza se realizó en una hectárea. Ambas razas, cacahuacintle y Coscomatepec, presentaron un buen comportamiento productivo a pesar de las condiciones ambientales adversas. El material más precoz fue el correspondiente a la raza cacahuacintle (7 meses) y el más tardío fue la raza Coscomatepec (10 meses), la cual está adaptada a las condiciones medioambientales de la zona donde se desarrolla. Se ofreció capacitación a productores en relación al manejo agronómico del maíz, así como a la investigación enfocada a la aplicación de productos antihelada, con resultados favorables en tolerancia de helada hasta -1 °C.

Productos entregables e indicadores de impacto

Se establecieron las razas cacahuacintle y Coscomatepec, en una hectárea por cada una de estas, en el municipio de Francisco I. Madero, Hidalgo, y en la localidad de Chalchitepec, en el municipio de Huatusco, Veracruz, respectivamente. Se entregaron al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) 6 kg de semilla de los cultivos atendidos y un documento relacionado con la diversidad de los mismos. Finalmente se ofreció un curso de capacitación a los productores de la zona de estudio. Los resultados obtenidos con las diferentes razas y los diferentes custodios motivaron a los pobladores de distintas zonas, quienes solicitaron participar en dichos programas y proyectos.

Conclusiones

Las dos razas encomendadas fueron satisfactoriamente desarrolladas y cosechadas en cada sitio de conservación *in situ*. Los rendimientos obtenidos fueron satisfactorios para los custodios a pesar de las condiciones adversas del clima, como la falta de agua, las heladas y las granizadas que se presentaron. Los materiales están perfectamente adaptados a cada zona de producción y requieren de cierto manejo agronómico para poder coadyuvar a mantener y depurar dichos materiales para su producción y conservación.

Se recomienda dar continuidad a los trabajos relacionados con el banco comunitario de semillas de las razas estudiadas y producir semilla de dichos materiales mediante el mejoramiento genético en selección masal, además de efectuar la formación de personal técnico relacionado con la conservación *in situ*, con el objetivo de dar continuidad, asesoría y capacitación para contribuir en la producción y la productividad de los materiales de maíz de las razas estudiadas.

Se requiere de capacitación relacionada con la conservación *in situ*; con el manejo agronómico del cultivo de maíz; con la elaboración de composta; con el manejo integrado de plagas y enfermedades; con el banco de semillas comunitario; y con el tratamiento del grano y de la semilla para su conservación.

Rescate, conservación, investigación y utilización de la biodiversidad de la vainilla

Delfino Reyes López¹, María Teresa González Arnao², Rebeca Alicia Menchaca García³, Alejandro Tovar Soto⁴ y Juan Barcenás Graniel⁵.

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Unidad Académica de Ingeniería Agrohidráulica. Correo electrónico: delfino_reyes2001@yahoo.com.mx. ²Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas. Correo electrónico: teregonzalez@uv.mx. ³Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales. Correo electrónico: rebecamenchaca@hotmail.com. ⁴Instituto politécnico Nacional. Escuela de Ciencias Biológicas. Correo electrónico: alejandrotovars@hotmail.com. ⁵Universidad del Caribe. Correo electrónico: jbarcenass@ucaribe.edu.mx.

Resumen

Con el objetivo de continuar con el proyecto de rescate, conservación, investigación y utilización de la vainilla en México, se llevó a cabo la ejecución de nueve líneas de investigación mediante colectas dirigidas en los estados de Veracruz, Oaxaca, Puebla y Quintana Roo. En lo que respecta a la conservación *ex situ*, se realizaron trabajos en el banco de germoplasma y se determinaron y estudiaron las plagas de la vainilla. También se establecieron los protocolos de conservación *in vitro*, crioconservación y mejoramiento genético de la vainilla. Con los resultados obtenidos a partir de las diferentes colectas realizadas, se logró incrementar el material biológico base del banco de germoplasma de vainilla a un total de 169 accesiones. Tales accesiones provienen de los estados de Veracruz, Puebla, Oaxaca, Chiapas y Quintana Roo y pertenecen a las especies *Vanilla inodora*, *V. insignis*, *V. odorata*, *V. planifolia* y *V. pompona*. En el caso de *V. planifolia* se lograron identificar y separar tres clones diferenciados por su floración y fruto y sus características morfométricas. Posteriormente con dichos clones se efectuará una selección clonal y una evaluación en campo. Asimismo se planteó un protocolo de mejoramiento genético mediante tres estrategias: selección clonal, hibridación e inducción de variabilidad mediante radiaciones con cobalto 60. En relación al estudio de las plagas de la vainilla, se muestrearon quince huertos de veinte localidades. Tales localidades están distribuidas en un municipio del estado de Puebla y en siete municipios del estado de Veracruz. Los resultados indican que *Leidyula moreleti*, *Deroceras reticulatum* y *Pallifera* sp., son especies de babosas ampliamente distribuidas en la zona de estudio, así como los caracoles de las especies *Praticollela berlandieriana*, *Drymaeus emeus* y *Helicina zephyryna*. La chinche roja, *Tentecoris confusus*, es un insecto hemíptero muy agresivo para el cultivo y está presente en algunas de las localidades muestreadas, además de algunas orugas de lepidópteros conocidas como *gusanos peludos*. Hasta el momento se han obtenido cuatro aislados bacterianos, uno levaduriforme, seis de nemátodos de vida libre y cuatro hongos, de donde existe la posibilidad que alguno de estos tenga efecto antagónico contra estas plagas. La incidencia de la enfermedad por babosas y caracoles en algunas localidades evaluadas ha sido superior al cincuenta por ciento. Asimismo, en el laboratorio se han establecido poblaciones de babosas y caracoles para evaluar el efecto en la mortalidad de posibles antagonistas.

Introducción

Los recursos fitogenéticos constituyen la base biológica de la seguridad alimenticia del mundo. La supervivencia de la especie humana está asociada directa o indirectamente a dicha base. Estos recursos están relacionados con la diversidad del material genético contenido en las variedades vegetales tradicionales y modernas, así como en sus parientes silvestres, además de que constituyen la materia prima a partir de la cual es posible obtener nuevas variedades por medio del empleo de técnicas tradicionales y biotecnológicas de mejoramiento genético (Ramírez *et al.*, 2003). La riqueza biológica de México es ampliamente reconocida a nivel mundial. En forma particular, algunos de los recursos fitogenéticos como el maíz, el frijol, la calabaza, el chile, la papaya, el algodón y la vainilla, entre otros, han contribuido de manera sobresaliente a la alimentación y al desarrollo de la humanidad. Desde la segunda mitad del siglo xx, principalmente en las últimas cuatro décadas, a partir de la colecta de diferentes razas de maíz, se han realizado bastantes trabajos enfocados al conocimiento y el uso de la flora útil de México (Córdova y Molina, 2006). Dentro de la familia *Orchidaceae*, el género *Vanilla* es uno de los que produce frutos comestibles.

El género *Vanilla* es originario de la región del Totonocapan, la cual abarca los estados de Veracruz y Puebla. La vainilla fue llamada *tlixóchitl* por los aztecas, *xanath* por los totonacas, *naxothon* por los mazatecos, *kon li gem* por los chinantecos y *zizbic* por los mayas. En la época de los aztecas la vainilla era indicativo de riqueza y poder. Años más tarde, después de la llegada de Hernán Cortés, durante 300 años México fue el único productor de vainilla, siendo los totonacos los primeros productores mundiales (Pérez *et al.*, 1983). A pesar de ser una especie cultivada, la vainilla (*Vanilla planifolia*) se encuentra enlistada en la categoría de *alto grado de erosión genética*, la cual se especifica como la pérdida de materia prima para el futuro mejoramiento genético de las plantas (FAO, 1995). La especie también ha sido clasificada como amenazada debido al escaso número de individuos silvestres existentes (solo 30 plantas silvestres en el campo) aún cuando México es su centro de origen (Soto, 2006; Duval *et al.*, 2006; SEMARNAT, 2010). Debido a lo mencionado anteriormente el objetivo del presente trabajo fue rescatar, conservar, investigar y utilizar la biodiversidad de vainilla en México.

Materiales y métodos

La conservación del banco de germoplasma de vainilla se realizó de manera manual y consistió en efectuar el control de plagas, enfermedades y malezas, el composteo, la conducción de guías, las podas de saneamiento y el control de sombra. Estas actividades permitieron que las accesiones se desarrollaran de manera normal. El material biológico del banco fue utilizado para comenzar el programa de mejoramiento genético mediante selección clonal, hibridación e inducción de la variabilidad genética a través del uso de cobalto 60. Para la identificación de las plagas de vainilla y de sus antagonistas, en cada predio seleccionado se llevó a cabo un muestreo del suelo en diferentes puntos. Dicho muestreo consistió en recolectar una porción de suelo representativa de 2 a 3 kg. Las muestras fueron etiquetadas y colocadas en una palangana para ser transportadas al laboratorio. Posteriormente se realizó la búsqueda de aquellos moluscos (babosas y caracoles) que tienen hábitos nocturnos. Durante el día dichos organismos se buscaron en hendiduras o debajo de la hojarasca, rocas, troncos de árboles caídos, etcétera. Una vez que se encontraron se recolectaron con la ayuda de pinzas o con las manos y se colocaron en frascos que contenían un poco de suelo húmedo para después ser transportados al laboratorio. También se recolectaron insectos entre los cuales destacó un hemíptero conocido como *chinche roja*, el cual es muy agresivo con el cultivo, además de orugas conocidas como *gusanos peludos*. Los insectos fueron colocados en frascos de boca ancha a los cuales se les hicieron perforaciones para permitir la entrada de aire. Todos estos especímenes fueron transportados al laboratorio. En cada campo de vainilla seleccionado y muestreado también se evaluó el daño que producen algunas de estas plagas en el cultivo, utilizando el parámetro epidemiológico conocido como *incidencia*, es decir, el porcentaje de plantas que en cada campo presentan síntomas.

En los estudios de crioconservación se utilizó el método de gota-vitrificación (G-V) y como material de partida se emplearon vitroplantas de las especies *Vanilla planifolia* y *V. insignis* pertenecientes a la colección activa del LADISER de Biotecnología y Criobiología de la Facultad de Ciencias Químicas, las cuales fueron propagadas sistemáticamente cada 60 días en medio sólido MS (Murashige y Skoog, 1992) suplementado con 1 mg/L⁻¹ de 6-bencilamino pu-

rina (BAP), 0.5 mg/L⁻¹ de ácido indolbutírico (IBA) y 30 g/L⁻¹ de sacarosa para después solidificarlo con fitagel™, a razón de 2.5 g/L⁻¹. El pH del medio se ajustó a 5.7 en un potenciómetro de marca HANNA y se esterilizó a 121 °C durante 15 min en una autoclave vertical marca EVAR. Las plantas se mantuvieron incubadas a 24 °C + 2 °C bajo un fotoperiodo de 16 h luz/8 h oscuridad. La intensidad lumínica fue de 36 μmol.m⁻².s⁻¹ provista por lámparas fluorescentes blancas.

Para efectuar la conservación *in vitro* se utilizaron como explantes secciones del tallo con una yema axilar de plántulas de vainilla, provenientes de plántulas previamente establecidas *in vitro* en el Laboratorio del Orquidario de la Universidad Veracruzana. El medio de cultivo utilizado fue MS adicionado con alguna de las siguientes citocininas: 6-bencilaminopurina (BAP), Kinetina (Kin), meta-topolina (mT) o thiadiazuron (TDZ), de los cuales se utilizaron tres concentraciones 2.22 μM, 4.44 μM y 8.88 μM. Los medios de cultivo fueron esterilizados como se mencionó arriba y los cultivos fueron incubados bajo las mismas condiciones anteriormente expresadas. El experimento constó de un total de 13 tratamientos, incluido el testigo, con 10 repeticiones cada uno y tres explantes por frasco. El periodo de inducción fue de 30 días, posteriormente se subcultivaron a medio MS sin reguladores del crecimiento.

Las colectas dirigidas se realizaron en diferentes localidades de los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca y Quintana Roo, considerando la metodología recomendada por el SINAREFI, la cual consiste en la toma de datos pasaporte de cada accesión colectada, tales como las coordenadas de localización, el lugar y la fecha de recolección, entre otros datos generales relacionados con el lugar de colecta y con los datos del donador. Las accesiones fueron enviadas al banco de germoplasma y establecidas con su debido espacio y etiquetado según el protocolo de ingreso de nuevas accesiones al banco de germoplasma.

Resultados y discusión

Se conservaron 169 accesiones de vainilla en el banco de germoplasma a las cuales se les proporcionó mantenimiento: conducción de guías, control

de plagas y enfermedades, nutrición, sombreo y podas de saneamiento, tanto a las plantas de vainilla como a los tutores. Asimismo se definió el espacio necesario para las nuevas accesiones obtenidas a partir de las colectas dirigidas. De igual manera se logró el intercambio de material biológico y de especímenes, los cuales reforzaron otras líneas de investigación, tales como el mejoramiento genético, el control de plagas y enfermedades, etcétera.

Se propuso un protocolo de mejoramiento genético considerando las estrategias de selección clonal, hibridación e inducción de la variabilidad mediante mutaciones genéticas. Los avances de los resultados indicaron que se han seleccionado al menos tres clones diferenciados por su floración y por sus características morfológicas en hoja, tallo, fruto y semilla. Estas características se diferencian de la especie *V. planifolia* la cual comúnmente se cultiva en los huertos de los productores. Estos resultados ayudarán a comenzar con la diferenciación del material biológico a través de un proceso de selección clonal y una posterior evaluación en campo. La inducción de la variabilidad se comenzó con la reproducción *in vitro* de las plántulas para después ser sometidas a un tratamiento de radiación con cobalto 60.

El mejoramiento genético ha sido y será la mejor estrategia para incrementar el rendimiento sostenido de los vegetales, además de aumentar la frecuencia de genes favorables para obtener características agronómicas deseables tales como la resistencia a enfermedades y plagas y la producción de productos con calidad industrial. En este sentido el programa de mejoramiento genético de la vainilla debe ser uno de los pilares para solucionar los problemas que aquejan actualmente al cultivo, con el único inconveniente de que los resultados se obtendrán a mediano y a largo plazo, es por eso que se debe considerar el apoyo continuo a esta línea de investigación.

En relación a las plagas de la vainilla, a través de los resultados obtenidos por medio de los muestreos llevados a cabo durante los años 2011 y 2012 en 15 localidades de los municipios de Tenampulco, en el estado de Puebla; y de Cazonas, Gutiérrez Zamora, Papantla, San Rafael, Tecolutla, Tihuatlán y Tuxpan, en el estado de Veracruz, se concluye que la plaga más importante son las babosas, entre las que se han

identificado a tres especies con base en sus caracteres morfológicos: *Leidyula moreleti*, *Deroceras reticulatum* y *Pallifera* sp., siendo la primera la que presenta la mayor distribución en la zona (Figura 1). Tal conclusión se hizo en relación a la distribución que dicho organismo presenta en la zona de estudio y en correspondencia a los daños que le causa al cultivo de la vainilla debido a sus hábitos fitófagos.



Figura 1. Muestra las tres especies de babosas identificadas y que causan daño a la vainilla en la zona de estudio. a) *Leidyula moreleti*. b) *Deroceras reticulatum*. c) *Pallifera* sp. d) Diferentes grados de daño en las hojas y los primordios de la vainilla producido por las babosas.

Hasta el momento se ha determinado que el ciclo de vida de algunas de las poblaciones de babosas dura alrededor de dos o tres meses en condiciones climáticas de 20 °C y 30 % de humedad. Otra plaga encontrada en algunas de las localidades muestreadas es un insecto del orden Hemiptera, conocido en la zona como *chinche roja* debido a los colores llamativos que presenta. La identificación se hizo con base en los caracteres morfológicos y se determinó que la especie de dicho insecto es *Tentecoris confusus*. Este insecto resulta muy agresivo para las plantaciones de vainilla cuando existen altas densidades poblacionales. La sintomatología de las plantas afectadas es muy evidente, las hojas se observan cloróticas con pequeñas manchas negras y blanquecinas, sobre todo en el envés, que es el sitio en donde *Tentecoris confusus* se alimenta principalmente; aunque cuando las infestaciones son severas también se le puede encontrar en el haz de la hoja, lo que provoca primero la muerte de las hojas y luego la muerte de las plantas. Si las infestaciones son severas este insecto también ataca a las vainas (Figura 2).



Figura 2. Síntomas que indican la presencia de la chinche roja (*Tentecoris confusus*) en hojas y vainas de vainilla.

Por otra parte, después de la crioconservación, la cual consiste en el almacenamiento en nitrógeno líquido a -196 °C, el procedimiento criogénico que permitió obtener los primeros resultados de sobrevivencia y de regeneración de nuevas plantas con ápices de vainilla fue el método conocido como gota-vitrificación (Figura 3). Se utilizó como caso de estudio la especie *V. planifolia*.

Las condiciones experimentales más favorables reportadas contemplaron el aislamiento de los tejidos de aproximadamente 5 mm, obtenidos a partir de plantas cultivadas *in vitro* para posteriormente efectuar su tratamiento en un medio semisólido MS suplementado con 0.3 M de sacarosa por 1 d. Después del precultivo en 0.3 M de sacarosa, los tejidos se trataron por un espacio de tiempo de 20 a 30 min con una solución crioprotectora compuesta por 0.4 M de sacarosa y 2 M de glicerol (tratamiento de carga), seguido por la exposición de las muestras a la solución vitrificadora PVS3 (50 % glicerol y 50 % sacarosa) durante 30 min. El enfriamiento ultrarrápido de los tejidos se llevó a cabo mediante la directa inmersión al nitrógeno líquido, para lo cual los ápices se colocaron en gotas de la solución vitrificadora PVS3 diseminadas sobre pequeñas láminas de papel aluminio. Sin embargo, se ha comprobado que este procedimiento ha sido errático y poco producible, por lo que no se garantiza la conservación segura de los tejidos de vainilla a largo plazo y por consiguiente es necesario optimizar el protocolo criogénico.

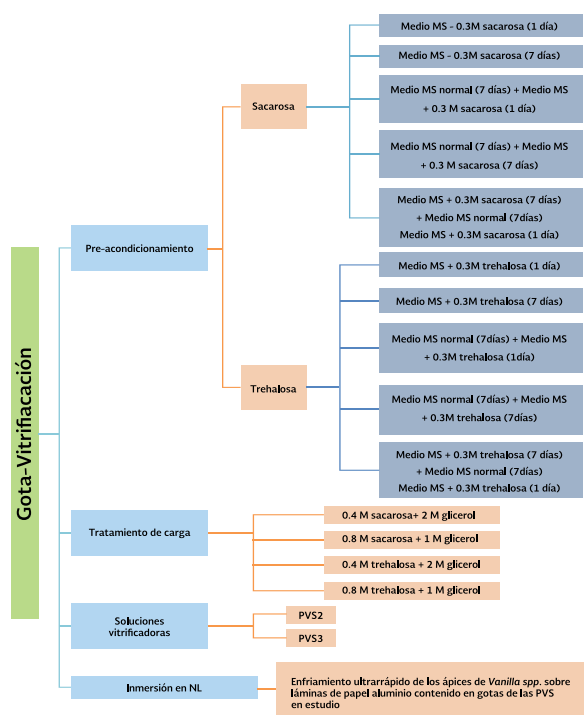


Figura 3. Representación gráfica de la estrategia experimental.

En lo que respecta a la conservación *in vitro*, se cultivaron secciones de tallo con una yema axilar de vainilla, las cuales después fueron sometidas a periodos de inducción con cuatro diferentes citocininas: 6-Bencilaminopurina (BAP), kinetina (Kin), meta-Topolina (mT) o Thiadiazuron (TDZ), en diferentes concentraciones, con lo que presumiblemente se obtuvieron brotes adventicios de vainilla a partir de yemas axilares; aunque no se hicieron cortes histológicos para comprobarlos. Los múltiples brotes pudieron provenir de toda la zona meristemática de las secciones de tallo y no solo de la yema axilar. En la mayoría de los tratamientos se obtuvieron brotes definidos de color verde oscuro, los cuales presentaron hojas y raíces bien desarrolladas (Figura 4), mientras que para los tratamientos con TDZ se desarrollaron brotes bulbosos (*bulbous shoot buds*), los que posteriormente se convirtieron en múltiples brotes indefinidos que con el tiempo se oxidaron y no se consolidaron como brote, siendo esta la principal causa por la cual no se tomaron en cuenta estas formaciones vegetales, ya que no se podían identificar brotes definidos para poder emitir un resultado confiable, por lo cual los resultados de estos tratamientos se presentan en ceros. Estos resultados coinciden con lo planteado

por George *et al.* (2008) sobre los efectos del TDZ en la producción de múltiples brotes pero sin un crecimiento satisfactorio.



Figura 4. Conservación *in vitro* de vainilla.

Las colectas se realizaron en forma dirigida por investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, de la Universidad Veracruzana y de la Universidad del Caribe. Las colectas permitieron incrementar a 169 el número de accesiones del banco de germoplasma. Tales accesiones provinieron de los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca y Quintana Roo y se establecieron con su etiqueta correspondiente. En el estado de Oaxaca, en el distrito de Villa Alta, específicamente en las localidades de Santiago Lalopa, San Juan Xae Riagui y Río Cajones; y en el municipio de Tuxtepec, se colectaron especies de *V. planifolia*, *V. inodora*, *V. pompona* y *V. odorata*. En el estado de Puebla, en el municipio de Hueytamalco, se colectó la especie *V. insignis*. En el estado de Veracruz, en el municipio de San Rafael se colectaron especímenes correspondientes a *V. planifolia*, así mismo en el municipio de Tuxpan, se colectaron individuos en forma silvestre de la especie *V. pompona*. En el estado de Quintana Roo, en los ejidos de La Unión, Calderón, Ramonal, José María Morelos, Leona Vicario, Puerto Morelos y Lázaro Cárdenas, se realizó la colecta de *V. insignis* y de *V. odorata*.

Productos entregables e indicadores de impacto

Resguardo y mantenimiento de accesiones del banco de germoplasma de vainilla así como la elaboración de la base de datos que resguarda información relacionada con los datos pasaporte de dichas accesiones.

- Un protocolo de mejoramiento genético en vainilla.

- Un protocolo de conservación *in vitro*.
- Un protocolo de criopreservación.
- Un protocolo de identificación de plagas y su control biológico.
- Base de datos de colectas dirigidas.
- Plan estratégico de la Red Vainilla

Conclusiones

Las actividades realizadas que fueron programadas por la Red Vainilla se cumplieron en su totalidad ya que se lograron las metas establecidas. Dichos avances contribuirán al conocimiento del sistema de producción de la vainilla en México así como a la solución de los problemas que actualmente aquejan al cultivo; sin embargo, los resultados de estas líneas de investigación solo son utilizables a mediano y largo plazo, por lo que el apoyo debe continuar para lograr que en el futuro puedan aplicarse en campo.

Bibliografía

- Cordova T., L. y J. C. Molina M. 2006. Conservación *ex situ*. In: Segundo informe nacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura de México. Impresos América. México pp. 75-94.
- Duval, M. F., S. Bory, S. Andrzejewski, M. Grisoni, P. Besse et S. Causse. 2006. Diversité génétique des vanilliers dans leurs zones de dispersion secondaire. Les actes du BRG. 6: 181-196.
- FAO. 1995. Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos de América Central y México. Conferencia técnica internacional sobre los recursos Fitogenéticos. San José, Costa Rica.
- Pérez M. G. 1983. Distribución radicular de la *Vainilla planifolia* A. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Ramírez, V. P., R. Ortega P., H. A. López, G. F. Castolillo, M. M. Livera, S. F. Rincón y G. Zavala. 2003. Recursos fitogenéticos de México para la alimentación y la agricultura. pp. 4-5.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) de protección especial de especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Diario Oficial de la Federación, 31 de diciembre 2010.
- Soto-Arenas, M. A. 2006. La vainilla: retos y perspectivas de su cultivo. Biodiversitas. CONABIO. 66: 2-9.

Centros de Conservación

Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes de Clima Templado

Alejandro F. Barrientos Priego¹.

¹Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Departamento de Fitotecnia. Correo electrónico: abarrien@gmail.com

Resumen

Se describen los objetivos más relevantes que se han alcanzado en el Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes de Clima Templado (SEMRETEM), del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Actualmente se conservan 419 accesiones de cactáceas, echeverias, nopales, orquídeas, patas de elefante, tejocote y xoconoxles, las cuales presentan una amplia diversidad y variación.

Introducción

Actualmente en México existe la necesidad de definir algunos sitios adecuados para efectuar la conservación de germoplasma, se han logrado avances en la conservación de especies de semillas ortodoxas y se han definido los sitios adecuados para conservar las colectas. Sin embargo, en el caso de las especies recalcitrantes se requiere del establecimiento en campo de las colecciones para asegurar el mantenimiento de las mismas. La problemática existente es que las colecciones actuales se encuentran dispersas y en muchos casos hay repetición de accesiones, por lo que es imperante determinar los sitios para establecer los centros nacionales de conservación de germoplasma en campo. Se requieren de tres sitios de acuerdo a la adaptación de las especies: clima tropical, clima subtropical y clima templado. En el caso del clima templado se encuentra el SEMRETEM, ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en donde se podrán conservar especies principalmente caducifolias, entre las cuales hay árboles silvestres del género *Prunus*; fresas nativas; nogal pecanero; nopal; tejocote; vides caducifolias; y otras especies tanto ornamentales, como de uso industrial. El objetivo que se persigue es la conservación de los recursos genéticos de las especies recalcitrantes que conforman el SEMRETEM.

Materiales y métodos

Localización

El Campo Experimental San Martín, ubicado en la UACH, se localiza en el km 38.5 de la carretera México-Texcoco, en el municipio de Texcoco, Estado de México, a una altitud de 2 250 m.

Densidades de plantación

La finalidad de esta modalidad es la conservación a mediano plazo de las especies contempladas. El arreglo topológico será adaptado de acuerdo con el crecimiento y desarrollo de cada una de las especies. En forma general se podrían establecer a distancias de 1.5×2 m y con esta distribución se permitiría manejar un alto número de individuos por unidad de superficie. Por otra parte, en caso de que sea pertinente contar un invernadero, se contempla también esta posibilidad.

Área de propagación y regeneración

Previo a su establecimiento, las accesiones requieren de ser propagadas y regeneradas, cuando sea necesario, para lo cual se necesita un espacio adecuado y condiciones básicas para su manejo correcto.

Especies

Las especies de frutales de clima templado con posibilidad de establecerse en el depositario son las correspondientes a las frambuesas nativas de México; fresas silvestres; nogal pecanero; nopal; tejocote; pitaya; vid; zapote blanco; zapote negro; y zarzamora, así como especies del género *Prunus* silvestre nativo, como el capulín y otras especies.

Manejo

Se ha establecido que las diferentes accesiones o colectas podrán ser recibidas como plantas terminadas por el depositario, en bolsa de plástico de vivero, o bien mediante varetas portayemas con un tratamiento de desinfección con base en fungicidas sistémicos y de contacto. Las varetas se injertarán sobre portainjertos generados para este propósito. En el caso de especies de propagación asexual se reproducirán mediante el método más adecuado.

Las diferentes especies serán establecidas dentro del depositario de acuerdo a las modalidades de huerto vivero y en invernadero. En ambas modalidades se realizarán las prácticas agronómicas comunes y específicas para cada especie, las cuales en forma general son prácticas fitosanitarias relativas al control de plagas, enfermedades y malezas; podas de formación y fitosanitarias; y actividades específicas, como la fertilización.

Resultados y discusión

Tejocote

En campo se cuenta con 1 400 plantas de tejocote establecidas de acuerdo a la distancia definida en un huerto vivero, para a futuro poder recibir toda la colección de la Red Tejocote. A la fecha se poseen 160 accesiones de dicha red. Las accesiones se encuentran en campo, injertadas en portainjertos provenientes de semilla. Tales accesiones se han podado con el fin de darles la estatura adecuada y por lo tanto efectuar la mínima fertilización, además se han controlado las plagas. Aparentemente el número de plantas mencionadas anteriormente constituye el total de la colección de la Red Tejocote.

Nopal

Con respecto al nopal y al xoconoxtle, se cuenta con 157 accesiones provenientes de la comunidad El Orito, ubicada en el municipio de Zacatecas, estado de Zacatecas, que se obtuvieron por medio de la Red Nopal, las cuales en su totalidad se encuentran establecidas en campo. Entre las labores que se han hecho en este periodo se encuentra la poda del exceso de cladodios y la regeneración de las accesiones que sufrieron alguna pérdida por pudrición. La fertilización se ha mantenido al mínimo para evitar el crecimiento excesivo. En general el huerto vivero se encuentra en buenas condiciones; aunque se han presentado problemas con cochinilla, lo cual se ha logrado controlar.

Pata de elefante

A la fecha se conservan dos accesiones de pata de elefante, las cuales se han mantenido en condiciones de invernadero. A las plantas se les ha proporcionado riego y fertilización. Los requerimientos de esta especie son mínimos y se ha adaptado bien. El 27 de septiembre del año 2012 se recibieron dos accesiones de pata de elefante denominadas C1 y C2, con tres ejemplares cada una. Dichas accesiones se mantienen adecuadamente en invernadero.

Cactáceas

Se recibieron ocho accesiones de cactáceas a finales del mes de julio del año 2012, las cuales se mantienen adecuadamente; sin embargo, solo en un caso se recibieron tres réplicas y en el resto solo dos réplicas. A seis meses después de haber ingresado al invernadero, las cactáceas se encuentran en buenas condiciones de adaptación (Figura 1).



Figura 1. Ejemplo de accesiones de cactáceas mantenidas en el SEMRETEM.

Agaves

Fueron recibidas 15 accesiones de agaves a finales del mes de julio del año 2012, las cuales se mantienen adecuadamente; sin embargo, solo en un caso se recibieron dos réplicas. Seis meses después de haber ingresado los agaves al invernadero se encuentran en buenas condiciones de adaptación. En siete accesiones, recibidas con sus respectivas etiquetas se presentan diferentes nombres con respecto a la relación que fue entregada junto con las accesiones.

Echeveria

Se recibieron 64 accesiones de cactáceas a finales del mes de julio del año 2012, las cuales difieren del oficio que fue entregado, en donde se indicaba que eran 113 accesiones. En la mayoría de los casos solo se entregaron dos réplicas y en dos casos solo una planta. La mayoría de las accesiones se han adaptado bien y se mantienen adecuadamente, lo cual se ilustra en la Figura 2; sin embargo, cuatro accesiones no se adaptaron y murieron (Cuadro 1).



Figura 2. Ejemplo de accesiones de echeveria mantenidas en el SEMRETEM.

Cuadro 1. Accesiones de echeveria que murieron en el SEMRETEM.

Clave	Nombre	Número de plantas	Estado
JE 6328	Echeveria megacalyx	1	Muerta
S / N	Echeveria montana Llano Grande-Río Frío, Puebla	1	Muerta
JE 6778	Echeveria rubromarginata	1	Muerta
JE 6943	Echeveria secunda	2	Muerta

Orquídeas

Se recibieron 16 accesiones de orquídeas a finales del mes de julio del año 2012. En el caso de 13 accesiones solo se entregó una planta, asimismo en dos accesiones dos plantas y en una accesión tres plantas. La mayoría de las accesiones se han adaptado bien y se mantienen adecuadamente; no obstante, una accesión no se adaptó y murió (Cuadro 2).

Cuadro 2. Accesión de orquídea que murió en el SEMRETEM.

Clave	Nombre	Número de plantas	Estado
JE 7811	Cuitlauzina pendula	1	Muerta

Productos entregables e indicadores de impacto

Actualmente se cuenta con 419 accesiones conservadas de cactáceas, echeverias, nopales, orquídeas, patas de elefante, tejocotes, xoconoxtiles, las cuales presentan buena diversidad y variación.

Conclusiones

Se avanzó con la conservación de accesiones de algunas redes; sin embargo, en algunos casos hubo muerte de ciertas accesiones. Es importante hacer notar que dos réplicas o una por accesión no son suficientes para su ingreso al centro de conservación, por lo que se debe de insistir, como política de la coordinación del SINAREFI, que sean entregadas un mínimo de tres réplicas por accesión. Por otra parte se debería de dar aviso al centro de conservación por lo menos una semana antes de la entrega del material, con el fin de tener las prevenciones necesarias para su adecuada recepción.

Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes de Clima Subtropical

Bernardo Bernal Valenzo¹, María de la Cruz Espíndola Barquera², Fredy L. Hernández Vázquez³,
y Alejandro Barrientos Priego⁴

¹Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C. Correo electrónico: valenzo_16@hotmail.com.

²Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C. Correo electrónico: mespindolab@gmail.com.

³Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C. ⁴Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Correo electrónico: abarrien@gmail.com.

Resumen

A través del tiempo se ha alcanzado la consolidación del Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes-Clima Subtropical (SEMRESUB). Hasta la fecha se han mejorado y resguardado nueve especies distintas: aguacate, bromelia, camote, chirimoya, nanche, papaya, pata de elefante, pitahaya y vid. Respecto a la pata de elefante solo se cuenta con una accesión y con tres repeticiones. En el caso de las accesiones de papaya, estas se mantendrán bajo condiciones de invernadero, debido a que las bajas temperaturas pueden provocar daños a las plantas. La conservación de estas accesiones tiene como objetivo mantener un duplicado *ex situ* de los materiales y de las colectas de interés que se trabajan en las diferentes instituciones de investigación que los aportan. Actualmente la conservación se realiza con base en un diseño de alta densidad en campo (1.5 m × 0.5 m) y se resguarda en invernadero una réplica de cada accesión. El SEMRESUB se ubica en las instalaciones de la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C. (FSSC-CICTAMEX), localizada en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México. Dicho centro es un sitio que posee condiciones climáticas apropiadas y benignas para el desarrollo de las especies.

Introducción

La conservación del germoplasma de especies con semillas recalcitrantes implica fases y acciones que demandan tiempo y trabajo institucional. Estas etapas son: exploración, conservación, caracterización y utilización. Los bancos de germoplasma tienen la función de resguardar los recursos colectados mediante accesiones que se conservan *ex situ*. La conservación y el uso de los recursos genéticos de las plantas son esenciales para el mejoramiento y el mantenimiento continuo de la agricultura y para la producción de plantas, y por consecuencia, para el desarrollo sostenible de la misma.

Los recursos genéticos de las plantas incluyen al material de propagación de nuevos cultivos; cultivos establecidos; cultivos obsoletos; cultivos tradicionales; materiales silvestres y parientes cercanos de las especies cultivadas; y portainjertos especiales. Estos cultivos incluyen materiales élite y líneas mejoradas,

aneuploides y mutantes (Frankel *et al.*, 1995). El objetivo de conservar los recursos genéticos de las plantas es preservar una muestra, lo más amplia posible, de la diversidad genética de las especies, que incluya genes reconocidos, caracteres y genotipos (Karp *et al.*, 1997).

Para resguardar la diversidad genética disponible, la conservación adecuada de los recursos genéticos de las plantas requiere de un esfuerzo complementario, el cual implique el empleo de métodos de conservación *ex situ* y de conservación *in situ*. La finalidad de la conservación *ex situ* consiste en mantener a las colectas sin cambio en su constitución genética (Karp *et al.*, 1997). Muchas especies pueden almacenarse por periodos largos a bajas temperaturas y a cierta humedad, como el caso de las especies ortodoxas; sin embargo, existen otras especies cuyas semillas no se pueden conservar a largo plazo, ya que pierden su

viabilidad, como las especies recalcitrantes, la cuales no se pueden almacenar. A este último grupo corresponden las especies manejadas en el SEMRESUB.

En el caso de las semillas recalcitrantes la conservación *ex situ* se realiza en campo a través de colecciones vivas. También se puede realizar la conservación, la cual se efectúa mediante el cultivo de tejidos o la criopreservación. A quienes trabajan en los bancos de germoplasma con colecciones vivas y realizan este tipo de conservación se les denomina *curadores* y son los responsables de mantener la integridad de las accesiones e identificarlas, así como de llevar a cabo su caracterización para determinar su identidad (Karp *et al.*, 1997).

Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es reducir la pérdida de germoplasma mediante la conservación *ex situ*. Los objetivos particulares son recibir y conservar las diferentes especies que conformarán al SEMRESUB.

Materiales y métodos

Localización

El SEMRESUB se encuentra ubicado en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México (Figura 1). Asimismo el rancho La Cruz se encuentra en el mismo municipio a una altitud de 2 235 m y presenta un clima CW, según el sistema de clasificación de Köppen. Dicho rancho funge como resguardo de especies tales como aguacate, bromelia, camote, chirimoya, guayaba, pata de elefante, pitahaya y vid, entre otras.

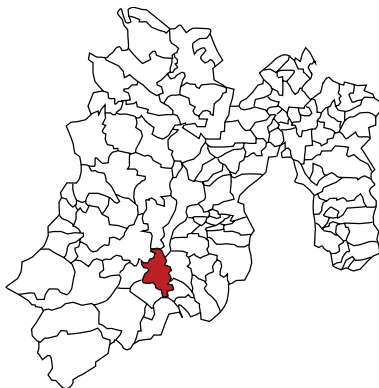


Figura 1. Ubicación del municipio de Coatepec Harinas, Estado de México.

El SEMRESUB cuenta con dos áreas de manejo. Una de ellas es el área de recepción, la cual consta de un invernadero. La otra es una parcela de campo, en donde se establecen de manera definitiva las accesiones recibidas (Figura 2).



Figura 2. Distribución de las áreas de manejo en el SEMRESUB.

Superficie

La superficie disponible es de 2.5 ha, en la cual se establecerán las accesiones de manera gradual a mediano plazo. De ser necesario dicha superficie podría ampliarse a largo plazo.

Densidad de plantación

Modalidad huerto vivero

En esta modalidad los distanciamientos entre plantas son muy cortos pero variables y dependen de cada especie. En el SEMRESUB se maneja un distanciamiento 0.5×1.5 m o 1×1.5 m, lo cual permite establecer densidades de 6 600 a 13 200 plantas por hectárea, razón por la cual el espacio destinado es suficiente para lograr la conservación de las accesiones a mediano plazo.

Modalidad colección de trabajo

En esta modalidad los distanciamientos son mayores que en la modalidad huerto vivero y pueden ser de 4×5 m o de 5×5 m, con lo cual se pueden establecer densidades de 400 a 500 plantas por hectárea. En este caso el establecimiento de los árboles es temporal ya que el objetivo principal es efectuar la caracterización.

Especies

A la fecha se cuenta con nueve especies: aguacate, camote, chirimoya, nanche, papaya, pata de elefante, pitahaya, pitaya y vid.

Metodología

En el SEMRESUB se reciben preferentemente plantas terminadas en bolsa de plástico de vivero o bien, varetas. Ambas deben estar en óptimas condiciones, en un estado sanitario adecuado para su posterior establecimiento y con madurez fisiológica suficiente para su injertación. Después el centro de conservación elabora un comprobante de recepción que avala la entrega de las accesiones del investigador, el cual se firma de conformidad con ambas partes. Debido a diversas confusiones que han surgido, se sugiere a los investigadores que cada accesión que se entregue, se presente con su etiqueta de identificación y que estos datos coincidan con los datos pasaporte correspondientes, debidamente actualizados.

Resultados y discusión

Desde el establecimiento del SEMRESUB, en el año 2009, hasta la fecha se han ingresado las siguientes accesiones: 153 accesiones de vid (*Vitis* sp.); 119 accesiones de pitahayas (*Hylocereus* sp.); 114 accesiones de camotes (*Ipomoea batatas*); 47 accesiones de aguacate (*Persea americana*); 40 accesiones de nanche (*Byrsonima crassifolia*); 15 accesiones de pitayas (*Stenocereus* sp.); una accesión de pata de elefante (*Beaucarnea inermis*); y chirimoya (*Annona cherimola* Mill.).

En el año 2009 se inició el trabajo con 76 accesiones de vid proporcionadas por Omar Franco Mora, quien está adscrito a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). En el año 2010 se recibieron distintas accesiones de las cuales se lograron establecer 88 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Accesiones recibidas en el año 2010.

Nombre común	Nombre científico	Número de colectas recibidas	Investigador donante	Fecha de recepción	Institución
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	15	Francisco A. Basurto Peña	18-02-2010	SOMEFI ¹

Cuadro 1. Accesiones recibidas en el año 2010 (continuación).

Nombre común	Nombre científico	Número de colectas recibidas	Investigador donante	Fecha de recepción	Institución
Vid	<i>Vitis</i> sp.	3	Omar Franco Mora	08-03-2010	UAEMEX ²
Vid	<i>Vitis</i> sp.	11	Juan Guillermo Cruz Castillo	07-10-2010	UACH ³
Vid	<i>Vitis</i> sp.	17	Omar Franco Mora	06-12-2010	UAEMEX
Pitahaya	<i>Hylocereus</i> sp.	12	Yolanda Donají Ortiz Hernández	30-04-2010	CRUPY ⁴
Pitahaya	<i>Hylocereus</i> sp.	12	Manuel Livera Muñoz	05-11-2010	CRUPY
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	31	Álvaro Castañeda Vildozola	19-03-2010	UACH
TOTAL		101			

¹Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. .

²Universidad Autónoma del Estado de México.

³Universidad Autónoma Chapingo.

⁴Centro Regional Universitario Península de Yucatán.

En el año 2010 se recibieron algunas accesiones de bromelia; lamentablemente por problemas ocurridos al momento del envío, las accesiones llegaron un mes después de la fecha prevista, lo que causó su deshidratación, razón por la cual ninguna accesión tuvo éxito al momento de establecerse en el centro de conservación. Durante el año 2011 el incremento del número de accesiones fue limitado; no obstante, se aseguró un mayor prendimiento al momento de establecer estas accesiones en campo. Finalmente conservó una réplica en vivero, además de que se detallaron las especificaciones que deberían considerarse al momento de la entrega de cada accesión (Cuadro 2).

Cuadro 2. Accesiones recibidas en el año 2011.

Nombre común	Nombre científico	Número de colectas recibidas	Investigador donante	Fecha de recepción	Institución
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	23	Francisco A. Basurto Peña	06-06-2011	SOMEFI ¹

Cuadro 2. Acciones recibidas en el año 2011 (continuación).

Nombre común	Nombre científico	Número de colectas recibidas	Investigador donante	Fecha de recepción	Institución
Vid	<i>Vitis</i> sp.	18	Juan Guillermo Cruz Castillo	17-02-2011	UACH ³
Vid	<i>Vitis</i> sp.	4	Juan Guillermo Cruz Castillo	12-10-2011	UAEMex
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	21	María de la Cruz Espíndola Barquera	25-02-2011	
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	16	Álvaro Castañeda Vildozola	10-03-2011	UAEMex
Pitahaya	<i>Hylocereus</i> sp.	19	Alberto Valencia Botín	24-01-2011	UACH
Aguacate	<i>Persea americana</i>	11	Eduardo Campos Rojas	28-03-2011	UACH
Aguacate	<i>Persea americana</i>	19	María de la Cruz Espíndola Barquera	25-05-2011	
Aguacate	<i>Persea americana</i>	17	María de la Cruz Espíndola Barquera	28-06-2011	
Pata de elefante	<i>Beaucarnea inermis</i>	1	Luis Hernández Sandoval	13-04-2011	UAQ ⁵
TOTAL		164			

¹Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C.²Universidad Autónoma del Estado de México.³Universidad Autónoma Chapingo.⁴Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C.⁵Universidad Autónoma de Querétaro.

En el caso de acciones de aguacate existe un gran número de materiales enviados al SEMRESUB por parte de Catarino Hernández Escobar y de Roberto Cob Salazar, ambos adscritos al Centro Regional Universitario Península de Yucatán (CRUPY), de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Desafortunadamente todo el material enviado, es decir las varetas, no tuvo éxito al momento del prendimiento debido a diferentes factores, entre los cuales se encuentra el tiempo de traslado, lo cual fue de gran importancia ya que las varetas llegaron al centro de conservación con cierto grado de deshidratación. Las acciones de aguacate

se comenzaron a recibir desde el año 2009, hasta el mes de noviembre del año 2010. En total se recibieron 180 acciones, de las cuales solo algunas se plantaron en campo pero gradualmente se secaron.

Resultados de impacto

Finalmente el número de acciones recibidas durante algunos meses del año 2011 y en el transcurso del año 2012 aumentó considerablemente, con lo cual se logró una recepción total de 311 acciones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Acciones recibidas en el 2012.

Nombre común	Nombre científico	Núm. de colectas recibidas	Investigador donante	Fecha de recepción	Periodo de recepción	Institución
Nanche	<i>Byrsonima crassifolia</i>	40	Gabino García de los Santos	11-11-2011	1	COLPOS ¹
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	11	Francisco A. Basurto Peña	12-12-2011	1	SOMEFI ²
Pitahaya	<i>Hylocereus</i> sp.	45	Tolín Cruz	22-12-2011	1	UACH ³
Pitaya	<i>Stenocereus</i> sp.	15	Alberto Valencia Botín	03-01-2012	1	UACH
Vid	<i>Vitis</i> sp.	9	Omar Franco Mora	26-01-2012	1	UAEMex ⁴
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	26	Francisco A. Basurto Peña	30-05-2012	1	SOMEFI
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	50	Yolanda Ortiz	18-07-2012	2	CRUPY ⁵
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	17	Francisco A. Basurto Peña	21-07-2012	2	SOMEFI
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	21	Francisco A. Basurto Peña	30-08-2012	2	SOMEFI
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	19	Francisco A. Basurto Peña	20-09-2012	2	SOMEFI
Papaya	<i>Carica papaya</i>	26	Elías Hernández Castro	26-11-2012	2	UAGro ⁶
Papaya	<i>Carica papaya</i>	32	Gregorio Luna Esquivel	26-11-2012	2	UAN ⁷
Aguacate	<i>Persea americana</i>	37	Eduardo Campos Rojas	30-11-2012	2	UACH
Total		164				

¹Colegio de Postgraduados.²Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C.³Universidad Autónoma Chapingo.⁴Universidad Autónoma del Estado de México.⁵Centro Regional Universitario Península de Yucatán.⁶Universidad Autónoma de Guerrero.⁷Universidad Autónoma de Nayarit.

Conclusiones

En el SEMRESUB se han logrado establecer hasta nueve distintas especies, con lo cual se cuenta con un total de 688 acciones establecidas, cada una con al

menos una repetición. Estos hechos consolidan el establecimiento y el buen funcionamiento de este centro con la participación de las diferentes instituciones integrantes de Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI).

Bibliografía

- Frankel, O. H., A. H. D. Brown y J. J. Burdon. 1995. *The Conservation of Plant Biodiversity*. Cambridge University Press. London, UK. 299 p.
- Karp, A., S. Kresovich, K. V. Bhat, W. G. Ayad y T. Hodgkin. 1997. *Molecular Tools in Plant Genetic Resources Conservation: a Guide to the Technologies*. IPGRI. Technical Bulletin. Núm. 2. 47 p.
- Witney, G. W., M. L. Arpaia, M. T. Clegg y G. W. Douhan. 2005. *Avocado Germplasm Preservation and Breeding Program in California*. Session 4. New Germplasm and Global Breeding Programmes. New Zealand and Australian Avocado Grower's Conference '05. Tauranga, New Zealand. 8 p.

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en Centros de Conservación.

Flavio Aragón Cuevas¹.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Correo electrónico: aragon.flavio@inifap.gob.mx.

Resumen

En el año 2012 se fortalecieron dos bancos comunitarios de semillas establecidos en el estado de Chiapas, México. En la localidad de Guadalupe Victoria, ubicada en el municipio de Villaflores, y en la localidad de Narciso Mendoza, situada en el municipio de Chiapa de Corzo, ambos municipios localizados en Chiapas, se realizaron diferentes actividades encaminadas a la conservación *in situ* de las semillas locales; a la selección en campo de las mejores plantas; y a la realización de cursos de capacitación. En el banco de semillas de la localidad de Guadalupe Victoria participaron 30 productores, quienes conservan 29 colectas de maíz, 27 colectas de frijol y 20 colectas de calabaza. En la localidad de Narciso Mendoza participan 28 productores miembros del banco de semillas, en donde se conservan 42 colectas de maíz, 10 colectas de calabazas criollas y ocho colectas de frijoles. En ambas localidades predomina el cultivo de frijol de la especie *Phaseolus vulgaris*, de hábito de crecimiento determinado. La especie de calabaza cultivada en las dos comunidades es la *Cucurbita moschata*. Para el caso del maíz, predomina el color blanco del grano y solo algunas muestras tienen color amarillo; el grano de color azul está casi extinto, ya que solo dos productores indicaron tener una pequeña cantidad de semilla, la cual no fue donada al banco. En las dos localidades se detectaron generaciones avanzadas de híbridos cultivados por los agricultores, así como maíces criollos infiltrados por materiales mejorados. Debido a la alta infestación de plagas de granos almacenados como el gorgojo y la palomilla, se requiere de acciones de apoyo para efectuar la conservación de las semillas y de los granos.

Introducción

En los últimos 10 años diferentes instituciones y organizaciones no gubernamentales, de México y de otros países, se han enfocado en la creación de bancos de semillas criollas para la conservación de la diversidad ante la amenaza de los materiales mejorados y transgénicos, así como en la conservación de la riqueza genética local y el aprovechamiento de las ventajas que ofrecen las semillas altamente adaptadas al lugar en donde se les cultiva (del Amo *et al.*, 2007; Carrera, 2007; Ramprasad, 2007; SEARICE, 2007; Trocchi, 2007). En el estado de Chiapas existe una gran diversidad biológica así como diferentes grupos étnicos, lo cual implica una gran gama de expresiones culturales y en el ámbito agrícola gran diversidad de sistemas de producción.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en colaboración con el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos

para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), ha realizado acciones encaminadas a la conservación y al mejoramiento de los recursos genéticos. Dichas actividades incluyen la realización de ferias de semillas, el establecimiento de bancos comunitarios y el fortalecimiento de las capacidades, entre otras actividades que buscan la producción sustentable de los cultivos nativos. En Chiapas se impulsó la creación de bancos comunitarios debido a su importancia en cuanto a la diversidad genética y cultural y a los cambios climáticos que han afectado la permanencia de algunas especies de importancia económica actual o futura.

Materiales y métodos

En el año 2012 se llevó a cabo el fortalecimiento de dos Bancos Comunitarios de Semillas (BCS) en

dos localidades del estado de Chiapas: Guadalupe Victoria, ubicada en el municipio de Villaflores, y Narciso Mendoza, situada en el municipio de Chiapa de Corzo. Las acciones realizadas en ambas comunidades fueron la colecta de la diversidad (Figura 1); el registro de los cultivos; el acondicionamiento de las semillas; la caracterización de las semillas; y la elección de representantes de los bancos (Figura 2). También se impartieron cursos de capacitación a los miembros de los bancos comunitarios de semillas sobre el manejo y la importancia que tienen dichos bancos para enfrentar el cambio climático.



Figura 1. Colecta de la diversidad local.



Figura 2. Representantes del BCS de la localidad Guadalupe Victoria.

A cada miembro del banco se le donaron tambos herméticos con capacidad de 200 L para la conservación de las semillas en sus casas (Figura 3).



Figura 3. Entrega de tambos a los productores miembros de los bancos comunitarios.

Una vez colectadas las semillas de los productores miembros, se llevaron al Campo Experimental Valles Centrales para su posterior caracterización. También se creó un archivo fotográfico por cada cultivo.

Resultados y discusión

En las Figuras 4 y 5 se anota el número de colectas conservadas en las dos localidades de trabajo. En la localidad Guadalupe Victoria se conservan solo frijoles de la especie *Phaseolus vulgaris*, calabazas de la especie *Cucurbita moschata* y en caso del maíz se poseen granos de color blanco, principalmente. En la localidad Narciso Mendoza la mayoría de las colectas corresponden a maíz y unas cuantas a frijol y a calabaza. En esta comunidad solo se cuenta con una especie de frijol (*P. vulgaris*) y una de calabaza (*C. moschata*).

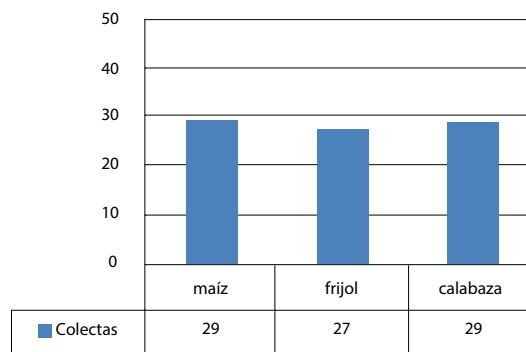


Figura 4. Número de colectas por cultivo de la localidad Guadalupe Victoria.

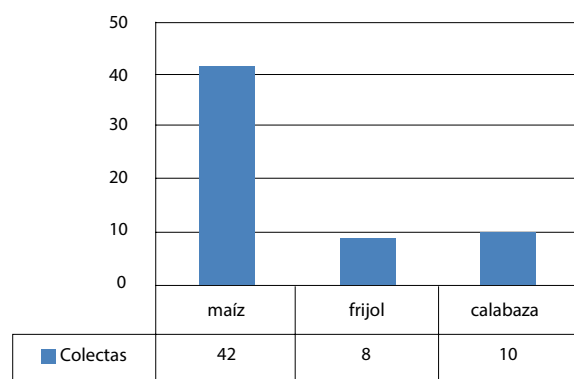


Figura 5. Número de colectas por cultivo de la localidad Narciso Mendoza.

Con base en la información obtenida de la caracterización de la semilla y de los datos de los productores, se elaboraron fichas para cada cultivo: calabaza, frijol y maíz. Asimismo se elaboró una ficha por cada productor, la cual contiene sus datos personales y la cantidad de semilla donada de cada cultivo. Con esta información se elaboraron los inventarios del banco comunitario de cada localidad.

Productos entregables e indicadores de impacto

Dentro de los productos entregables se elaboraron fichas para cada una de las colectas, así como fichas por cada productor miembro de los bancos comunitarios de semillas. También se elaboró un manual de operación para un banco comunitario del estado de Chiapas. Se realizó un inventario de las colectas de ambos bancos y se envió una réplica de las semillas al banco designado por el SINAREFI, el cual está ubicado en el Centro Regional Universitario Sur (CRUS), de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). De igual modo se turnaron al SINAREFI un informe final y un informe ejecutivo de actividades.

Conclusiones

La diversidad de la milpa en los dos bancos comunitarios de semillas del estado de Chiapas se mantiene con cierta fragilidad por la presencia de materiales mejorados e híbridos y de variedades de compañías privadas que propician el flujo genético, principalmente en el cultivo del maíz. El cultivo de la

calabaza es reducido; aunque se cultivan las especies *C. moschata* y *C. argyosperma*. Estas especies se usan tradicionalmente, lo cual permite su conservación.

En el caso del frijol se han establecido materiales criollos de generaciones avanzadas de variedades mejoradas, entre las que destaca la variedad Jamapa. Los frijoles enredadores son escasos debido a la presencia de plagas y al uso de herbicidas dentro de la milpa. Los materiales de frijol más cultivados son los de hábito de crecimiento determinado, es decir de mata. Los productores de los dos bancos comunitarios fueron participativos y tienen la intención de mejorar sus prácticas de cultivo, así como los métodos de selección y de conservación de sus semillas criollas.

Bibliografía

- Del Amo R., S., M. C. Vergara T. y R. Altamirano F. 2007. Rescatando y revalorando nuestros frutos nativos. La creación de bancos de germoplasma *in situ*. LEISA Revista de Agroecología. 23(2): 30-33.
- Carrera, J. 2007. Sembrando el futuro desde la base: la experiencia de la red de guardianes de semillas. LEISA Revista de Agroecología. 23(2): 34-36.
- Ramprasad, V. 2007. Para mantener la diversidad genética: bancos comunitarios de semillas. LEISA Revista de Agroecología. 23(2): 18-20.
- SEARICE. 2007. Semillas de buena calidad: los clubes campesinos de semillas. LEISA Revista de Agroecología. 23(2): 21-23.
- Trocchi, G. 2007. Nicaragua: entrevista con Jorge Irán Vásquez, por el rescate y conservación de nuestras semillas. Biodiversidad. Documento electrónico disponible en línea en: <http://www.biodiversidad.org/content/view/full/33231>.

Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas Región Norte (SEMORNO)

Froylán Rincón Sánchez¹, Norma Angélica Ruiz Torres², Juan Manuel Martínez Reinya³ y Huberto Sandoval Rodas⁴.

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Departamento de Fitomejoramiento. Correo electrónico: frincon@uaan.mx. ²UAAAN. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. Correo electrónico: nruiz@uaan.mx. ³UAAAN. Departamento de Fitomejoramiento. Correo electrónico: jmarrey@uaan.mx. ⁴UAAAN. Departamento de Fitomejoramiento. Correo electrónico: huberto_85@hotmail.com.

Resumen

El Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas Región Norte (SEMORNO) forma parte integral del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) y tiene como finalidad preservar la colección de semillas del germoplasma que desea resguardarse. Como parte de sus actividades lleva a cabo la vigilancia de la calidad fisiológica de las semillas; la recopilación de información del germoplasma; y la investigación relacionada con la distribución del mismo. El SEMORNO cuenta con un cuarto frío con capacidad de 50 m³, para conservar el germoplasma en condiciones de temperatura establecidas entre 0 y 5 °C y humedad relativa del 35 al 40 %, y con un laboratorio para efectuar el manejo, el procesamiento y la determinación de la calidad fisiológica de las semillas. En el periodo 2011-2012 se incorporaron 250 accesiones de diversas especies. Actualmente el SEMORNO mantiene 545 muestras de semillas documentadas pertenecientes a accesiones de diversas especies, las cuales representan a ocho grupos de cultivares de 19 géneros y 43 especies. También se realizó la regeneración de 43 accesiones de maíz que estaban dentro de la colección y se caracterizaron 27 accesiones de maíz, con base en caracteres cuantitativos de la mazorca, recolectadas en el sureste de Coahuila en el año 2010. La información de las accesiones incorporadas al SEMORNO, correspondiente a los datos pasaporte, la caracterización y la regeneración, ha sido registrada en bases de datos electrónicas. En el caso de los datos pasaporte, se pretende contar con la documentación mínima para la identificación de las accesiones, de tal manera que esté disponible en el sistema de documentación del SINAREFI.

Introducción

La conservación *ex situ* constituye una actividad prioritaria del plan mundial de acción para lograr la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos de interés para la alimentación y la agricultura (FAO, 1996). En México, en el año 2002, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) creó al SINAREFI, el cual está conformado por redes temáticas y por redes clasificadas por cultivos. El SINAREFI fue instaurado con la finalidad de promover acciones de conservación, intercambio y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos y para concentrar las colecciones de germoplasma en una red nacional.

A partir del año 2006, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), participa en actividades de conservación de germoplasma, con base en la estrategia definida en el Plan Nacional de Acción del SINAREFI, a través del proyecto Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas-Región Norte, y en el año 2011 dichas actividades resultaron favorecidas a través del convenio UAAAN-SAGARPA-SNICS.

El SEMORNO tiene como finalidad la preservación de una colección de semillas bajo el concepto de colección activa de germoplasma resguardado. Además de

las actividades de conservación, se realiza la vigilancia de la calidad fisiológica de las semillas; la caracterización; la recopilación de información vinculada con el germoplasma resguardado; y la investigación relacionada con la distribución del mismo. El SEMORNO cuenta con un cuarto frío para conservar el germoplasma con capacidad de 50 m³ y la posibilidad de establecer condiciones de temperatura entre 0 y 5 °C y humedad relativa entre 35 y 40 % (Figura 1).



Figura 1. Instalaciones para la conservación de germoplasma.

Asimismo se cuenta con un laboratorio para realizar el manejo, el procesamiento y la determinación de la calidad fisiológica de las semillas. Para el periodo 2011-2012 se establecieron los siguientes objetivos y metas: mantener la colección de semillas ortodoxas depositadas en el SEMORNO; regenerar 43 accesiones de maíz; documentar la colección de germoplasma; y caracterizar 27 accesiones introducidas al banco de germoplasma.

Materiales y métodos

El mantenimiento de las accesiones de la colección de semillas se realizó siguiendo los métodos recomendados para los bancos de germoplasma. En el laboratorio del centro de conservación se efectuaron las pruebas en cuanto a la calidad fisiológica de la semilla, germinación y vigor, y se determinó el peso seco y el contenido de humedad (Rao *et al.*, 2007; Engels y Visser, 2007; ISTA, 2009).

En el año 2011 se realizó la regeneración de 43 accesiones de maíz resguardadas en el SEMORNO, las

cuales fueron recolectadas en el año 2003. Con base en el área de adaptación de las poblaciones, una parte fue sembrada en la localidad de El Mezquite, en el municipio de Galeana, Nuevo León, a una altitud de 1 850 msnm; y el complemento se sembró en el municipio de General Cepeda, Coahuila, a una altitud de 1 450 msnm; sin embargo, debido a las malas condiciones climáticas que se presentaron durante el año 2011, particularmente en el municipio de General Cepeda, parte de las accesiones no fueron incrementadas satisfactoriamente, por lo que fueron enviadas para su regeneración a la localidad de Tepalcingo, Morelos, durante el ciclo otoño-invierno 2011-2012. La regeneración de accesiones se realizó siguiendo las recomendaciones definidas para el caso del maíz (Engels y Ramanatha, 1998).

También en el año 2011 se realizó la descripción de 27 poblaciones de maíz recolectadas durante el año 2010 en diversos sitios del sureste de Coahuila. Se utilizó una muestra representativa de 10 mazorcas para determinar la descripción de cada población con base en los caracteres cuantitativos de la mazorca (IBPGR, 1991). De igual modo, para el mismo propósito se usaron la *Guía técnica para maíz* y el *Manual gráfico para la descripción varietal en maíz*. Los datos pasaporte y la información concerniente a la caracterización de las accesiones incorporadas al SEMORNO se almacenó en bases de datos, las cuales fueron enviadas al SINAREFI para su incorporación a la red nacional de bancos de germoplasma.

Resultados y discusión

Mantenimiento de la colección de germoplasma

El SEMORNO recibe las accesiones obtenidas a través de los proyectos financiados por el SINAREFI. En el periodo 2011-2012 se incorporaron al SEMORNO 250 accesiones correspondientes a diferentes especies (Cuadro 1).

Cuadro 1. Accesiones incorporadas al SEMORNO durante el año 2012.

Germoplasma Accesiones %		
Agaves	16	6.4
Cactáceas	15	6.0
Chile	50	20.0

Cuadro 1. Accesiones incorporadas al SEMORNO durante el año 2012. (continuación).

Germoplasma Accesiones %		
Echeveria	2	0.8
Frijol	10	4.0
Girasol	18	7.2
Jojoba	57	22.8
Maíz	82	32.8
Total	250	100.0

En la actualidad, el SEMORNO mantiene 545 muestras de semillas documentadas, de accesiones de diversas especies (Figura 2), las cuales representan a ocho grupos de cultivares correspondientes a 19 géneros y 43 especies.

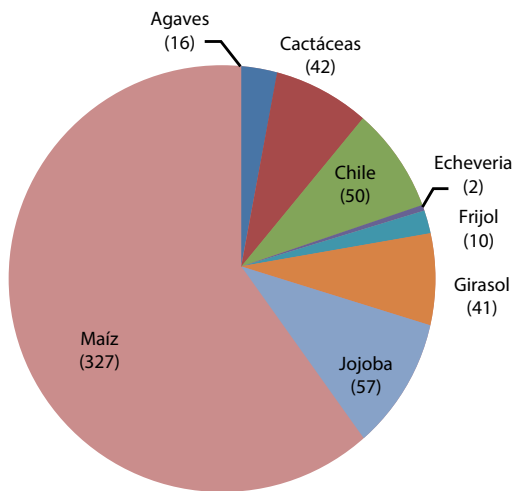


Figura 2. Grupos de cultivares y número de accesiones incorporadas al SEMORNO.

Regeneración de accesiones

En el periodo 2011-2012 se realizó la regeneración de 43 accesiones de maíz resguardadas en el SEMORNO, las cuales fueron recolectadas en el año 2003. La semilla de las poblaciones regeneradas fue incorporada al cuarto frío para su conservación.

Documentar la colección de germoplasma

La información correspondiente a las accesiones incorporadas al SEMORNO, tanto los datos pasaporte como los datos de caracterización y regeneración, ha sido registrada en bases de datos, principalmente en Excel. En el caso de la información pasaporte,

se pretende contar con la documentación mínima para la identificación de las accesiones, de tal manera que esté disponible en la red de documentación del SINAREFI.

Caracterización de accesiones

En el año 2011 se realizó la descripción de 27 poblaciones de maíz recolectadas en el año 2010 en diversos sitios del sureste de Coahuila. Se obtuvo información de 11 caracteres cuantitativos de la mazorca: número de hileras de mazorca (HIL), número de granos por hilera (GHIL), longitud de mazorca (LMAZ) (cm) y diámetro de mazorca (DMAZ) (cm), longitud de grano (LMG), ancho de gramo (AMG), espesor de grano (EMG) (cm), diámetro de olote (DOLO) (cm), peso de mil semillas (PMILS) (g), proporción semilla/mazorca (DESG) y peso volumétrico (PVOL) (kg hl⁻¹).

Bibliografía

- Engels, J. M. M. y R. Ramanatha (eds). 1998. Regeneration of Seed Crops and their Wild Relatives. Proceedings of a Consultation Meeting. 4-7 December 1995. ICRISAT, Hyderabad, India. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 167 p.
- Engels, J. M. M. y L. Visser. (eds.). 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para bancos de germoplasma. Núm. 6. Bioversity International, Roma, Italia. 192 p.
- FAO. 1996. Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, and Leipzig Declaration. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 63 p.
- IBPGR. 1991. Descriptores para maíz. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. International Board for Plant Genetic Resources. Roma, Italia. 88 p.
- ISTA. 2009. International Rules for Seed Testing. 2009. The International Seed Testing Association. Zürichstr.50 CH-8303 Bassersdorf, Switzerland. ISBN - 13 978-906549-53-8.

Rao, N. K., J. Hanson, M. E. Dulloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para bancos de Germoplasma. Núm. 8. Bioversity International. Roma, Italia. 164 p.

SNICS-COLPOS. 2010. Manual gráfico para la descripción varietal en maíz (*Zea mays* L.). 2.^a edición. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Colegio de Postgraduados. SAGARPA. 68 p.

SNICS-SAGARPA. 2005. Guía Técnica para la descripción varietal de maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 22 p.

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en: Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas Región Sur y Sureste

Fulgencio Humberto Castro García¹ y Lourdes Mateos Macés².

¹ Universidad Autónoma Chapingo. CRUS. Correo electrónico: castro_uach@hotmail.com.

² Universidad Autónoma Chapingo. CRUS.

Resumen

El Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas Región Sur y Sureste (SEMORSUR), ubicado en el Centro Regional Universitario Sur (CRUS), de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), es parte de la Red Centros de Conservación de Semillas Ortodoxas, del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Su propósito es contribuir a la conservación del germoplasma nativo y realizar acciones complementarias de documentación, caracterización, evaluación e intercambio de germoplasma, así como a la formación de recursos humanos para la conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos en las zonas sur y sureste del país. Actualmente se cuenta con 3 297 accesiones, las cuales pertenecen a 22 familias botánicas y 53 géneros de importancia económica para la alimentación y el aprovechamiento de la variación genética. Las familias más representadas son: *Poaceae*, *Solanaceae* y *Asteraceae*; mientras que las familias menos representadas son *Polygonaceae*, *Ruscaceae*, *Agavaceae*, *Apiaceae*, *Bixaceae*, *Cactaceae*, *Iridaceae*, *Myrtaceae*, *Orchidaceae* y *Portulacaceae*. Se han recibido colectas en diferentes condiciones, como escasa cantidad de semilla, semilla con baja viabilidad o semilla con impurezas, lo cual requiere la determinación de una estrategia de incremento y regeneración, así como la evaluación y caracterización del germoplasma, en coordinación con las redes del SINAREFI.

Introducción

La creación del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), como una estrategia nacional para la conservación *ex situ* del germoplasma a largo plazo, hace más pertinente el fortalecimiento y la consolidación de la relación estrecha con los centros regionales de conservación, los cuales deberán realizar actividades complementarias al CNRG. Los esfuerzos de productores, comunidades, investigadores, funcionarios y demás actores que integran al SINAREFI, han impulsado a mediano plazo bancos de germoplasma periféricos, ubicados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), para la región norte del país; en la Universidad de Guadalajara (UDG) para la zona centro occidente; en la UACH, para el centro del país; y en el CRUS, para la región sur-sureste.

Estos bancos regionales son complementarios para desarrollar las actividades de conservación y acondicionamiento de semillas, así como regeneración, incremento, evaluación y caracterización

agromorfológica, en coordinación con las redes que conforman al SINAREFI. El SEMORSUR, se construyó en el año 2005 a través de un cofinanciamiento entre el Gobierno del Estado y la Fundación Kellogg. A partir del año 2006 ha recibido financiamiento por parte del SINAREFI para su equipamiento, ya que es necesario desarrollar el proceso de conservación de las accesiones y la respectiva vigilancia.

La cámara fría tiene 30 m³ de capacidad y cuenta con equipo de enfriamiento para mantener temperaturas de 5 °C, con la intención de llevar a cabo la conservación de las colecciones a mediano plazo, es decir colecciones activas. En la parte superior de la construcción se cuenta con un área de 11 m², acondicionada para funcionar como oficina, en donde se realiza la documentación, el registro y el control de las accesiones. En la parte contigua se acondicionó un área de trabajo techada de 24 m² para la recepción y acondicionamiento de la semilla.

Es necesario mencionar que el cuarto frío referido está llegando al límite de su capacidad, pues la finalidad del mismo solo era resguardar de manera temporal el germoplasma sobresaliente, para su posterior incremento y multiplicación de la semilla, con la intención de que los agricultores hicieran uso inmediato del material. Ante la problemática, actualmente se está elaborando la propuesta para la construcción de un nuevo cuarto frío con capacidad de 500 m³, con tal de poder hacer el resguardo regional del germoplasma de proyectos relacionados con el SINAREFI y demás interesados.

Materiales y métodos

Durante el año 2012 se realizaron acciones de mantenimiento preventivo en el equipo de enfriamiento y se aceptaron nuevas accesiones procedentes de los proyectos del SINAREFI, cuya área de influencia se desarrolló en el sur y el sureste de la república mexicana. Se recibieron accesiones correspondientes principalmente a géneros que aún no se encontraban resguardados en el SEMORSUR. Se documentó la información pasaporte y se envasó la semilla en frascos herméticos con sello de caucho de diferentes capacidades, los cuales permiten mantener a la semilla aislada de la humedad. También se emplearon bolsas trilaminadas a las que se les aplicó sílica gel para disminuir la humedad del grano y posteriormente ingresarlas a la cámara fría. Se realizó una vigilancia periódica de las accesiones resguardadas en la cámara fría, para tener un control sobre el estado de las muestras que se resguardan, de tal modo que se pudieran determinar las futuras acciones en cuanto al incremento o regeneración de las accesiones. Se efectuó la actualización de la base de datos general de las accesiones resguardadas para su actualización en la página de Germocalli.

Resultados y discusión

Se realizó el mantenimiento preventivo del sistema de enfriamiento de la cámara fría, para conservar el equipo en perfectas condiciones de trabajo. Esto ha permitido que la cámara de refrigeración se mantenga a 5 °C y que la humedad relativa sea menor al 20 %, con lo que se garantiza mantener la viabilidad y la germinación de las semillas resguardadas.

Actualmente, bajo el esquema de conservación a mediano plazo, se cuenta con 3 297 accesiones, las cuales pertenecen a 22 familias botánicas de importancia económica para la alimentación y el aprovechamiento de la variación genética. Con estas cifras se cumplió con el 253.18 %, en relación al número de accesiones ingresadas al SEMORSUR, puesto que se recibió un mayor número de muestras de instituciones integrantes que integran a las redes de trabajo del SINAREFI.

Las familias más representadas de acuerdo al número de accesiones son *Poaceae*, con 25.92 %, *Solanaceae*, con 17.07 %, y *Asteraceae*, con 15.40 %. Por otro lado las familias menos representadas dentro del SEMORSUR son *Polygonaceae* y *Ruscaceae*, con tan solo una muestra; mientras que las familias *Agavaceae*, *Apiaceae*, *Bixaceae*, *Cactaceae*, *Iridaceae*, *Myrtaceae*, *Orchidaceae*, y *Portulacaceae*, no rebasan el 1 % de representatividad del total del inventario resguardado. En la Figura 1 se puede observar la representatividad, por cada una de las familias que se han ingresado a la cámara fría para su conservación.

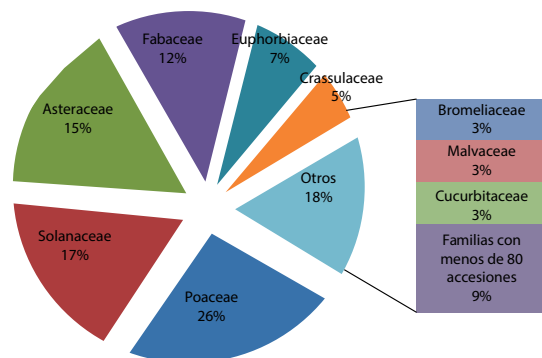


Figura 1. Porcentaje por familia botánica bajo conservación a mediano plazo en el SEMORSUR, 2012

Por lo anterior se debe incluir un plan de colectas dirigidas para poder contar con la representatividad necesaria de las especies y géneros identificados que representan utilidad para su aprovechamiento, o bien, para resguardar la variación genética mediante la estrategia de conservación *ex situ*, como fuente de variación en los programas de fitomejoramiento que se desarrollen dentro de las mismas instituciones.

En la Figura 2 se observa una muestra que ingresó al SEMORSUR, después de revisar la información correspondiente a sus datos pasaporte y a la calidad

de la semilla. También se realizó la limpieza, el secado y el reenvasado en contenedores herméticos y luego se etiquetó para su acceso a la cámara fría. Se adicionó sílica gel para mantener baja humedad en las semillas. Por ser poca la cantidad de semilla, además de presentar tamaño pequeño, se resguardó en un frasco de tamaño adecuado.



Figura 2. Accesiones de dalia acondicionadas y envasadas en frascos herméticos.

La amplia diversidad que se utiliza en la alimentación y la agricultura se refleja en los 53 géneros que se incluyen en la base de datos, siendo los de mayor importancia: *Zea*, con 855 muestras; *Phaseolus*, con 374; *Tagetes*, con 332; y *Capsicum*, con 285. En la Figura 3, se puede observar que durante el presente año se han ingresado al SEMORSUR 1 832 accesiones en total, con lo que dicho centro ha crecido un 153.18 % por arriba de la meta planteada. Esto ha sido posible a partir de las accesiones procedentes de las redes que integran al SINAREFI, con lo que este año se consolida como el de mayor número de ingresos, llegando al límite de la capacidad instalada en el cuarto frío.

Accesiones ingresadas por año en el CCSOSS

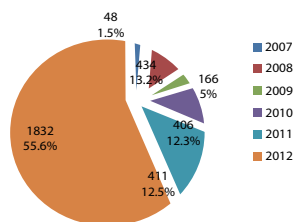


Figura 3. Ingreso de número de accesiones por año en el SEMORSUR.

Los proyectos del SINAREFI constituyen el mayor proveedor de germoplasma, con más de 1 260 accesiones, lo que representa alrededor del 90 % del total ingresado en este periodo y con lo que se ha rebasado en 422.3 % el número de accesiones que se tenían contempladas para acondicionamiento y resguardo en el SEMORSUR durante el año 2012.

Se han realizado pruebas de germinación en el 58 % de las accesiones de chile, maíz, amaranto y frijol, las cuales representan a especies de las que se cuenta con suficiente cantidad de semilla. De las accesiones nuevas, en su gran mayoría no se cuenta con semilla suficiente para realizar las pruebas de germinación. De las especies nuevas que se han ingresado, se está estudiando el protocolo de manejo de la semilla de cada una de las especies, para realizar su correcta conservación a mediano y largo plazo y poder planear las actividades de evaluación, caracterización, incremento o regeneración de las semillas.

Se participó en la inauguración del CNRG, en Tepatlán, Jalisco. Dicho evento estuvo presidido por Felipe Calderón Hinojosa, presidente de la república, acompañado de Emilio González Márquez, gobernador del estado de Jalisco, Javier Mayorga Castañeda, titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y Pedro Brajcich Gallegos, director general del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), además de una concurrencia de más de 600 asistentes, entre investigadores, productores, técnicos y funcionarios. El CNRG, dependiente del INIFAP, es un banco de germoplasma con capacidad y tecnología para conservar *ex situ* hasta tres millones de accesiones acuícolas, agrícolas, forestales, microbianas y pecuarias, cuya finalidad es preservar la riqueza genética del país a largo plazo. Se espera la vinculación con el CNRG, mediante el flujo de germoplasma, información y capacitación de recursos humanos, capitalizando la infraestructura y capacidades instaladas.

La participación del SEMORSUR en la Primera Feria de la Agrobiodiversidad y Agroproductos en el Parque Ecológico Xochitla, organizada por el SINAREFI, se enfocó en el módulo de la conservación *ex situ* del germoplasma, con el objetivo de mostrar a los visitantes los aspectos relacionados para el resguardo de

las semilla ortodoxas en los bancos de fermoplasma, los cuales se mantienen a temperaturas menores a 4 °C y 20 % de humedad relativa para la conservación de semillas a mediano plazo, así como los envases herméticos, que actualmente son de cristal con sello de caucho de diferentes tamaños, de acuerdo a la especie: maíz, frijol, chile, amaranto y tomate, entre muchas otras. El módulo de Conservación fue uno de los mas concurridos por los visitantes, por la amplia gama de semillas, instrumentos, herramientas y productos que se derivan del uso de las semillas nativas. Asimismo se dieron a conocer los pasos metodológicos desde la recepción hasta el acceso a la cámara fría del germoplasma que se destina a cada centro de conservación, con la finalidad de mantener viable y en excelentes condiciones el germoplasma.

Se llevó a cabo la Segunda Feria de la Agrobiodiversidad de las Semillas Nativas de Oaxaca, con el objetivo de sensibilizar al público en general sobre la importancia de la conservación de la riqueza fitogenética del estado de Oaxaca, además de facilitar el intercambio de semillas y de conocimientos entre agricultores de las diferentes regiones del estado. Se contó con la asistencia de más de 450 familias campesinas que expusieron la amplia riqueza genética con la que mantienen la producción de alimentos en sus familias y generan ingresos para cubrir sus necesidades básicas. El SEMORSUR fue uno de los principales organizadores de este evento, el cual también tienen lugar en otros eventos regionales al interior del estado.

Conclusiones

La interacción con las redes de trabajo del SINAREFI le otorgó fortaleza al SEMORSUR mediante el envío de las muestras para su resguardo, lográndose el acopio y la conservación del germoplasma. Asimismo, la conservación *ex situ* es una herramienta útil dentro de la estrategia general de aprovechamiento y conservación de germoplasma, en la que se incluye la adquisición del germoplasma, el registro y la documentación, monitoreo, evaluación, caracterización agromorfológica; el premejoramiento y el mejoramiento genético; la multiplicación de semilla y su regeneración, intercambio, uso y aprovechamiento; y la divulgación.

Es necesario que cada red de trabajo del SINAREFI establezca el protocolo de manejo, conservación, me-

joramiento y aprovechamiento del germoplasma, a través del cual se consideren los términos relativos al tamaño de la población que representa la diversidad; tamaño de muestra, es decir el número de semillas necesarias para llevar a cabo la conservación; pruebas de germinación y viabilidad; manejo de la semilla: humedad y temperatura; evaluación morfológica y taxonómica; evaluación agronómica; evaluación bioquímica; evaluación fisiológica; tipos de polinización y fisiología de la reproducción; métodos de premejoramiento y fitomejoramiento; estudios etnobotánico; y aprovechamiento y utilización del germoplasma.

Es necesario retribuir a la sociedad los beneficios del estudio y uso de germoplasma, por medio de productos tangibles que resulten en beneficio de la alimentación y de la actividad agrícola. Asimismo es importante fortalecer la relación interinstitucional e interacción de los Centros nacionales de conservación que forman parte del SINAREFI, así como con el CNRG, para cumplir con los procesos de conservación de corto, mediano y largo plazo y con todas las actividades propias de la conservación, en coordinación con los miembros de las redes. Cabe señalar que es importante ampliar la infraestructura y capacidad instalada de los centros nacionales de conservación del SINAREFI, pues la concentración de las accesiones procedentes de la redes esta rebasando la capacidad de los cuartos fríos actuales.

El SEMORSUR está por llegar al límite de su capacidad, por lo cual se plantea la necesidad de construir a nivel regional un centro de conservación de semillas, para el resguardo de por lo menos 20000 accesiones, lo que significa que la cámara fría debe de ser de 500 m³, además de incluir áreas de trabajo y el personal imprescindible que garantice su operación. Se debe promover la conservación *in situ* de todas las especies de trabajo para mantener los procesos coevolutivos del germoplasma, ante los procesos de cambio climático, adaptación y selección que se realiza en las comunidades.

Bibliografía

Engels, J. M. M. y L. Visser (eds.). 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma núm. 6. Bioversity International, Roma, Italia.

Rao, N. K., J. Hanson, M. E. Dulloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma núm. 8. Bioversity International, Roma, Italia.

SINAREFI. 2010. Protocolo de acopio de accesiones: Red Centros de Conservación. Documento de trabajo.

Banco de semillas en Amecameca, Estado de México

C. Guadalupe Ortiz-Monasterio Landa¹ y Biol. Enrique Montero Montero²

¹Canasta de Semillas A. C. Correo electrónico: canastadesemillas@yahoo.com.mx. ²Colegio de Biólogos A. C. Tel.: +52 (55) 55 38 75 3

Resumen

El proyecto Canasta de *Semillas* A. C., en el año 2011 se enfocó en la colecta de muestras de semillas de plantas útiles para la alimentación y la agricultura, con el fin de incrementar la diversidad vegetal de las comunidades que ya cuentan con bancos comunitarios. Las colectas se llevaron a cabo en campo, en cultivos establecidos dentro del banco, en tianguis, en empresas importadoras de semillas y con personas vinculadas a la asociación Canasta de Semillas A. C. Asimismo, se entregaron 70 accesiones para realizar la transferencia de duplicados a los centros de conservación designados por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), así como la base de datos pasaporte, de acuerdo al formato establecido por la misma instancia. Además, se inició con el proyecto para establecer la colección viviente de plantas útiles en el Banco Comunitario Regional Itza-Ameca. Dicho proceso inició con la visita a jardines botánicos, la adquisición de plántulas, la señalización del sitio y el diseño del jardín. Se identificaron y herborizaron 26 muestras de plantas útiles con la participación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, plantel Libertad; y del personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); y del Parque Nacional Izta-Popo. Asimismo participaron ancianos que habitan en la zona, los autores del libro *Con olor a hierba* y personal del SINAREFI. Se generaron dos bases de datos pasaporte del material presente en los bancos comunitarios y en el congelador del Banco Comunitario Regional Itza-Ameca, así como un manual de procedimientos para los bancos comunitarios.

Introducción

Desde tiempos ancestrales las comunidades rurales han sido depositarias de los conocimientos sobre el uso y las formas de producción y recolección de las plantas. Desde entonces dichos conocimientos se han transmitido de generación en generación; sin embargo, la dinámica de la sociedad actual, que aporta únicamente soluciones comerciales en lo que se refiere a la alimentación y a la agricultura, ha construido un mercado que da cabida exclusivamente a variedades hortícolas que se adaptan solamente a sus necesidades de comercialización y ha transformado considerablemente algunos ecosistemas con la consecuente pérdida de variedades cultivables, la degradación de importantes servicios ecosistémicos y la pérdida del conocimiento tradicional (Koleff y Contreras, 2012). Aunado a lo anterior, la tala clandestina, la recolección inmoderada de plantas silvestres con valor económico, las especies invasoras, los incendios forestales y el pastoreo intensivo, represen-

tan algunas de las actividades más usuales que están destruyendo los ecosistemas (Bray y Klepeis, 2005).

Cabe mencionar que el cambio climático ha ocasionado la pérdida de cosechas, por lo cual es urgente definir una planeación que facilite a los habitantes de las comunidades rurales el acceso a las semillas de distintas variedades de cultivos que se adapten mejor a las nuevas condiciones climáticas. Asimismo es necesario definir estrategias para facilitar la disponibilidad de las semillas, el desarrollo de infraestructura, alcanzar la eficiencia en las prácticas agrícolas y lograr la integración interinstitucional necesaria para llevar a cabo la conservación de la biodiversidad, de tal modo que también la agricultura incremente su producción y de esta manera se apoye a las comunidades rurales (Brandon *et al.*, 2005; Naidoo *et al.*, 2008; Koleff y Contreras, 2012).

Como parte del Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1996), en el año 2006 el SINAREFI implementó una estrategia para llevar a cabo la conservación de los recursos fitogenéticos, con la finalidad de promover acciones de recuperación, conservación, intercambio y aprovechamiento de estos, así como integrar en una red nacional las colecciones de los bancos de germoplasma. La misión de Canasta de Semillas A. C. es el establecimiento de bancos de semilla comunitarios con la intención de facilitar el acceso de las familias rurales a las semillas de distintas especies y variedades, de plantas útiles para la agricultura y la alimentación. A la fecha se cuenta con cuatro bancos regionales; aunque cada uno presenta un avance distinto en relación a sus instalaciones y equipamiento. De igual modo se han establecido 10 bancos comunitarios, equipados con el correspondiente paquete inicial de banco comunitario. Tales bancos se encuentran distribuidos entre los estados de Coahuila, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Oaxaca y Puebla.

El plan estratégico 2011 consideró dos grupos de acciones importantes, por un lado, el fortalecimiento del Banco Comunitario Regional Itza-Ameca, la elaboración de un manual de procedimientos para los bancos comunitarios y la realización de dos bases de datos pasaporte de los materiales presentes en los bancos comunitarios y en el congelador del Banco Comunitario Regional Itza-Ameca. El segundo grupo de acciones consideró la colecta de 70 accesiones de semillas de plantas útiles en relación a la agricultura y la alimentación, con tal de incrementar el número de especies y de variedades inventariadas en los bancos comunitarios, y la transferencia de duplicados para su posterior resguardo en los centros de conservación designados por el SINAREFI.

Materiales y métodos

Fortalecimiento del banco comunitario de Amecameca

Se estableció una colección viviente por medio de la recolección y la caracterización de 18 muestras de especies silvestres y se elaboraron las monografías respectivas. La metodología de trabajo se desarrolló

de acuerdo a diversas actividades: revisión bibliográfica acerca de las plantas útiles presentes en el pastizal de alta montaña; estudio del pastizal, desde el punto de vista geográfico, histórico, antropológico, agrícola y botánico; establecimiento de una sistema codificado de usos; revisión bibliográfica general; documentación histórica; investigación de fitónimos populares; y selección de informantes.

De igual modo se realizó trabajo de campo durante la época de floración, específicamente en el mes de agosto del año 2011. Por ello se convocó al grupo de informantes locales para que colaboraran en la identificación y la colecta de las plantas que son útiles, en cuanto a los temas de alimentación, agricultura y potencial económico, dentro del pastizal en donde se ubica el banco comunitario, situado entre los 2600 y 2800 msnm. Además se efectuó el registro de datos, la identificación taxonómica y la herborización de las muestras, para lo cual se estableció un convenio con el herbario del plantel Libertad de la UACM, a fin de efectuar la identificación taxonómica, el montaje de las muestras y la elaboración de las monografías. En el Museo de las Plantas, un espacio destinado para este fin dentro de las instalaciones del Banco Comunitario Regional Itza-Ameca, se realizó la exposición de las muestras del herbario y de las monografías.

Se llevó a cabo una visita al Jardín Botánico de Cholula, Puebla, el cual se localiza en una zona geográfica con características climatológicas similares a las del banco comunitario de Amecameca. Se realizó un recorrido a través del cual se conocieron los distintos jardines que integran al jardín botánico, así como el diseño de cada una de las secciones y los materiales utilizados para llevar a cabo la señalización de las plantas. Asimismo se adquirieron ejemplares de plantas vivas de varias especies útiles: muile, tabaco, salvia mexicana, orégano y lavanda latifoliada y angustifolia, las cuales se sembraron y señalaron en el jardín. También se realizó una visita al Jardín Borda, ubicado en Cuernavaca, Morelos, y otra visita al mercado de plantas de Xochimilco, en donde se adquirieron plántulas de especies nativas e introducidas, de importancia alimenticia y económica, por ejemplo: tomillo, orégano, mejorana, cebollín, lavanda, romero, albahaca, cedrón, menta, hierbabuena, toronjil e hinojo, con el objetivo de cultivarlas en el jardín en donde

se estableció la colección viviente, para posteriormente coleccionar su semilla y distribuirla entre otros bancos comunitarios que conforman la red.

Manual de procedimientos para bancos comunitarios

Para elaborar el manual de procedimientos, en primer lugar se efectuó la revisión bibliográfica de otros manuales de procedimientos de empresas cuyos giros eran distintos al del banco comunitario. Posteriormente se seleccionaron los formatos que podrían utilizarse y se efectuó su adaptación. Se llevó a cabo la adecuación del lenguaje para facilitar la comprensión del contenido a los custodios, quienes poseen distintos grados de educación escolar y diferentes edades. Finalmente se envió el manual al SINAREFI en formato digital

Bases de datos pasaporte, registrados en formatos del SINAREFI, de los materiales presentes en las colecciones activas de los bancos comunitarios y de los materiales conservados en el congelador del Banco Comunitario Regional Itza-Ameca

Se efectuó la revisión de los materiales presentes en cinco bancos comunitarios, se llevó a cabo el acopio de los datos solicitados de acuerdo a los formatos del SINAREFI, se realizó la transferencia de la información a la base de datos pasaporte del SINAREFI y se envió a esta instancia la base de datos en versión digital. En cuanto a la validación de materiales de diversas hortalizas, se llevaron a cabo cinco tipos de colectas para identificar especies nativas e introducidas de importancia en la agricultura y en la alimentación en México, con altos potenciales, tanto de uso como económico, que sean capaces de enriquecer la base genética de los bancos comunitarios. En relación con las semillas de especies de hortalizas introducidas en empresas importadoras, se colectaron semillas de especies y de variedades de hortalizas introducidas con potencial económico y que forman parte de la alimentación cotidiana de los mexicanos.

En lo que respecta a las semillas de especies nativas que se ofertan en los tianguis, se puede mencionar que en el tianguis de Ozumba, conocido desde la época prehispánica, se localizaron semillas criollas de árnica y de pápalo, producidas localmente, y

se adquirieron algunas muestras. En el tianguis de Cuetzalan, Puebla, se adquirieron jitomates silvestres y acostillados, los cuales se reprodujeron en el invernadero y después se obtuvo su semilla. En el tianguis de Tlayacapan, Morelos, se colectaron semillas de frijol canario, frijol negro y frijol vaquita.

En cuanto a las *colectas de amigos de Canasta de Semillas A. C.*, Tomás Villanueva donó cebada y trigo criollo y Alejandro Armida ofreció epazote que crece en la zona. Respecto a la colecta realizada en el huerto de Canasta de Semillas A. C, se recolectó romero y albahaca. En relación con la colecta efectuada en negocios de semillas y alimentos forrajeros (polinización abierta), se localizaron las empresas que ofertan semillas y alimentos forrajeros en localidades situadas en la zona occidente del Estado de México: Amecameca, Ozumba y Juchitepec, así como en el estado de Guanajuato, particularmente en Dolores Hidalgo y San Luis de la Paz. Dentro de las colectas se decidió incluir a las semillas de especies forrajeras debido a que han sido solicitadas en los bancos de semillas comunitarios para sembrarlas y producir alimento para animales domésticos y de granja, ya que en las empresas forrajeras solo se ofrecen alimentos balanceados, los cuales aumentan continuamente su precio.

Resultados

Línea de acción 3. Bancos comunitarios: fortalecimiento del banco comunitario de Amecameca

Respecto a la información del material presente en los bancos comunitarios, tanto en el banco activo como en el banco de conservación, se transfirió la información correspondiente a los datos pasaporte de los formatos de Canasta de Semillas A. C. al formato de la base de datos pasaporte del SINAREFI. Por otra parte, con la adquisición de plántulas, el diseño del jardín y la elaboración de la señalización, se inició el establecimiento de la colección viviente en el jardín de plantas útiles del Banco Comunitario Regional Itza-Ameca.

Se identificaron y herborizaron 26 muestras de plantas útiles. En el mes de junio del año 2012, la UACM hizo la entrega formal de las muestras, en un evento que se llevó a cabo en el Banco Comunitario Regional

Itza-Ameca, en el cual participaron maestros y alumnos involucrados en el proceso de identificación y de montaje. Asimismo, a dicho evento asistieron personal de la CONANP y del Parque Nacional Izta-Popo; ancianos que habitan en la zona; los autores del libro *Con olor a hierba*; y personal adscrito al SINAREFI. Respecto a los productos obtenidos se consideraron como tales la base de datos pasaporte del material presente en los bancos comunitarios y en el congelador Banco Comunitario Regional Itza-Ameca, así como el *Manual de procedimientos del banco comunitario*.

Línea de acción 7. Recolección planificada y selectiva: validación de materiales de diversas hortalizas

Se colectaron muestras de semillas de plantas útiles en tianguis ubicados en Ozumba, Estado de México; Tlayacapan, Morelos; y Cuetzalan, Puebla, así como en recorridos de campo y en cultivos ubicados dentro del huerto del banco. Las colectas también se realizaron mediante empresas importadoras de semillas y *amigos de Canasta de Semillas A. C.* Por otro lado, se entregaron 70 accesiones de hortalizas para efectuar la posterior transferencia de duplicados a los centros de conservación designados por el SINAREFI. Finalmente se entregó la base de datos pasaporte de acuerdo al formato establecido por el SINAREFI.

Bibliografía

- Brandon, K., L. J. Gorenflo, A. S. L. Rodrigues and R. W. Waller. 2005. Reconciling Biodiversity Conservation, People, Protected Areas, and Agricultural Suitability in Mexico. *World Development* 33(9): 1403–1418.
- Bray, D. B. and P. Klepeis. 2005. Deforestation, Forest Transitions and Institutions for Sustainability in Southeastern Mexico, 1900 – 2000. *Environment and History*. 11 (2): 195–223.
- FAO. 1996. Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, and Leipzig Declaration. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 63 p.
- Heras M. A. y M. R. Ariza. Con olor a hierba: la farmacia viviente. 105 (28): 9495–500 UACH
- Koleff, P., T. Urquiza-Haas y B. Contreras. 2012. Prioridades de conservación de los bosques tropicales en México: reflexiones sobre su estado de conservación y manejo. *Ecosistemas* 21 (1-2): 6–20.
- Naidoo, R., Balmford, A., Costanza, R., Fisher, B., Green, R. E., Lehner, B., Malcolm, T. R. y Rickerts, T. H. 2008. Global Mapping of Ecosystem Services and Conservation Priorities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105 (28): 9495–9500.

Fortalecimiento del laboratorio central de referencia en semillas

Jorge Cadena Íñiguez¹, José Manuel Chávez Bravo², Juan Daniel Padilla de la Sancha³, Teresa Benenice Uribe Cortés⁴, José Oscar Benítez Narvaz⁵, Angel Elizabeth Casañas López⁶, Erika Gabriela Becerra Patricio⁷ y Gustavo Salvador Balam Martínez⁸

¹Grupo Interdisciplinario de Investigación de *Sechium edule* en México A. C. Correo electrónico: jocadena@hotmail.com. ²Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Dirección de Certificación de Semillas. Correo electrónico: manuel.chavez@snics.gob.mx. ³Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Laboratorio Central de Referencia. Correo electrónico: laboratorio.analisis@snics.gob.mx. ⁴Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Laboratorio Central de Referencia. Correo electrónico: laboratorio.coleccion@snics.gob.mx. ⁵Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Laboratorio Central de Referencia. Correo electrónico: laboratorio.ensayos@snics.gob.mx. ⁶Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Laboratorio Central de Referencia. Correo electrónico: laboratorio.operacion@snics.gob.mx. ⁷Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Laboratorio Central de Referencia. ⁸Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Laboratorio Central de Referencia.

Resumen

El Laboratorio Central de Referencia (LCR) es un organismo dedicado al análisis de la calidad física y fisiológica de las semillas. Dicha actividad se realiza a través de pruebas para determinar la calidad física de la semilla: prueba de contenido de humedad, prueba de pureza física y prueba de identificación de otras especies. También se llevan a cabo pruebas para determinar la calidad fisiológica de la semilla: pruebas de germinación y prueba de viabilidad con tetrazolio. Cabe señalar que el LCR contaba con poca capacidad y con equipo antiguo que requería renovación, además de que han sido necesarias la capacitación y consultorías para lograr la acreditación correspondiente ante organismos nacionales e internacionales, los que aumentarán la capacidad nacional en relación a las semillas y permitirán la emisión de dictámenes con validez internacional, mismos que favorecerán a todo el sector semillero del país. El proyecto está dividido en tres etapas: equipamiento, acreditación y operación. El apoyo solicitado fue de \$3,500,000.00, monto con el cual se cubrirán todas las etapas. El objetivo general del proyecto fue coadyuvar con la producción de semilla de cualquier especie vegetal para satisfacer el mercado nacional e internacional, tanto en la obtención de semilla necesaria para la producción de alimentos, como en el aspecto agroindustrial, a través de los análisis de semillas, realizados con la máxima calidad y reconocidos a nivel nacional e internacional.

Introducción

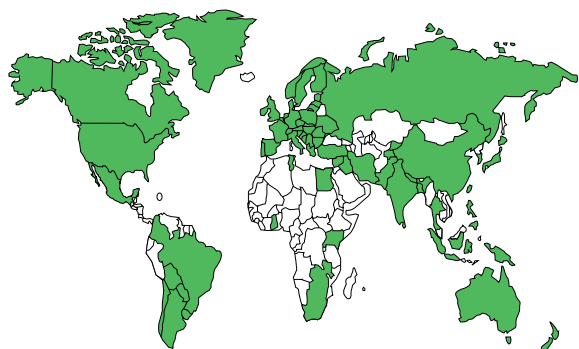
Los análisis de semillas tiene gran importancia a nivel nacional e internacional, ya que de esta actividad depende la certeza en cuanto al comercio y la certificación de las semillas. La ejecución de dichos exámenes, realizados con la mayor calidad, permite garantizar a los productores agrícolas que las semillas cuentan con las características adecuadas para el proceso de producción agrícola. El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) estableció el LCR, con el fin de atender la demanda en

cuanto a los análisis de semillas, para lo cual se determinó el objetivo de lograr la acreditación internacional, por lo que es obligatorio obtener resultados confiables y con validez internacional. Un laboratorio de análisis de semillas acreditado internacionalmente permitirá al sector semillero del país la exportación de semillas para siembra al resto del mundo.

El LCR, implementado desde marzo del año 2008, tiene la finalidad de ofrecer servicios de muestreo

de duración de la prueba de germinación son variables; sin embargo, por parte del LCR, la capacidad de recepción y análisis de muestras, que se ubica en un rango mensual de 200 a 400, está definida por otros factores, entre los que se considera el equipo, la infraestructura y la capacidad del personal técnico. Aunado a lo anterior, en el pasado no se contaba con la infraestructura necesaria que permitiera llevar a cabo la conservación en forma eficiente de las muestras, bajo condiciones óptimas de temperatura y de humedad.

La prestación de servicio del LCR consiste en un proceso establecido desde la recepción, homogenización y preparación de las muestras de trabajo, hasta la realización de los análisis solicitados, es decir llevar a cabo las pruebas específicas, y la entrega de dictámenes y resultados. En el caso de los procesos de vigilancia y supervisión, establecidos por la ley de Semillas y variedades vegetales como una atribución del SNICS, el LCR también colabora dado que las muestras de semillas que se obtienen en las visitas de verificación, generalmente se analizan en dicho laboratorio. Sin embargo, cuando se hace mal uso de materiales de propagación protegidos, se realizan estudios de distinción, homogeneidad y estabilidad que requieren de una infraestructura adecuada, como cuarto crecimiento y de germinación, con tal de determinar las sanciones correspondientes, razón por la cual los análisis se deben realizar de manera confiable y al menor costo posible, situación que será factible de atender con el equipamiento del LCR.



Cabe mencionar que entre productores y comercializadores de semillas, obtentores, unidades del SNICS y agricultores, han existido discrepancias en relación con la calidad del material de propagación o de la semilla que se intercambia, comercializa o produce. En tales casos el LCR ha intervenido a petición de los particulares, con el fin de otorgar un dictamen oficial y neutral sobre la calidad de las semillas. Debido a este tipo de intervenciones se considera que el arbitraje es otra actividad que desempeña el LCR.

El objetivo general del LCR es coadyuvar con la producción de semilla mejorada de cualquier especie vegetal, para satisfacer el mercado nacional e internacional, tanto en el ámbito de producción de alimentos como en el agroindustrial. Los objetivos específicos

consisten en brindar servicios de muestreo y análisis de calidad; emitir dictámenes sobre las muestras de semillas para siembra, los cuales sean solicitados por el sector agropecuario, siguiendo los protocolos internacionales que emite la ISTA o los protocolos establecidos por otras organizaciones internacionales, nacionales o desarrollados en el LCR; ofrecer servicios de capacitación al sector agropecuario en materia de muestreo y análisis de la calidad de semillas; y proporcionar información acertada en cuanto al análisis de semillas, para lograr resultados confiables en la evaluación de lotes de semillas para siembra.

Las metas del LCR consisten en lograr el 10 % de incremento anual en cuanto a la atención de un mayor número de especies vegetales; alcanzar el incremento en la capacidad instalada del LCR, pasando del análisis de 1500 a 3000 muestras analizadas anualmente, a partir del segundo año después de haber implementado el proyecto, logrando 5000 muestras examinadas una vez que se termine la etapa de acreditación; atender cualquier solicitud de arbitraje solicitada por el sector agropecuario en materia de semillas y variedades vegetales; y conseguir la acreditación internacional del LCR, con lo cual se logrará un impacto positivo en la emisión de certificados de calidad para el caso de semillas de exportación, con lo que se espera un aumento de este aspecto del 25% anual a partir de que se implemente el proyecto.

Materiales y métodos

El proyecto tuvo como objetivo el fortalecimiento del LCR, desde la capacitación del personal hasta el equipamiento de las diferentes áreas que conforman al laboratorio. A continuación se detalla el equipo adquirido y su uso actual. En cuanto al área administrativa, cuya función está orientada a la organización de talleres y de eventos de difusión, así como la elaboración de trípticos y manuales, se logró la adquisición de cuatro equipos de cómputo, los cuales son suficientes para la operación del área mencionada. Igualmente se adquirió una impresora a color, con lo que se ha mejorado el desempeño, al hacer posible la impresión inmediata de manuales, trípticos y oficios.

Al área de recepción ingresan las muestras destinadas al LCR, se verifican los datos y los requisitos

de ingreso, se registran los datos en el sistema de gestión, se elaboran los formatos de custodia y se anotan los resultados correspondientes. Asimismo, esta área se encarga de la elaboración y el envío de dictámenes de resultados. El área de recepción está dotada con un equipo de cómputo, una impresora de formatos y una impresora de etiquetas que se emplean para la identificación de muestras. Se adquirió un mueble modular para cuatro personas, con lo que se ha logrado una operación más eficiente, ya que actualmente se cuenta con espacios adecuados de trabajo. De igual modo, se instalaron mesas de laboratorio, lo que permite preparar y pesar las muestras antes de comenzar con los ensayos.

La función del área seca consiste en realizar las tres pruebas necesarias para determinar la calidad física de las muestras de semilla: prueba de pureza física, prueba de determinación de contenido de humedad y prueba de determinación de semillas de otras especies. Para llevar a cabo las pruebas de pureza física, proceso que se pretende acreditar ante la ISTA, se cuenta con una computadora portátil para registrar datos; un contador de semillas; dos diafanoscopios con luz, los cuales facilitan la identificación de semillas; cuatro divisores Boerner de muestra; un divisor de muestra tipo centrífugo; tres microscopios estereoscópicos, que a pesar de tener varios años en funcionamiento aún son útiles, aunque no se descarta su posible renovación; y un microscopio estereoscópico de última generación, el cual es de mucha utilidad para identificar semillas muy pequeñas; sin embargo es necesario adquirir un lente objetivo que permitirá trabajar con semillas extremadamente pequeñas, las cuales son constantemente enviadas al LCR para su análisis. En esta misma área se instalaron mesas de trabajo que han permitido adecuar espacios y mejorar la operación. Finalmente, se adquirió un catálogo de semillas para poder identificar a las semillas extrañas que se presentan en las muestras.

El área húmeda está dedicada a la realización de pruebas para determinar la calidad fisiológica de las semillas, las cuales son: prueba de germinación y prueba de viabilidad con tetrazolio. En este aspecto se cuenta con una cámara de ambiente controlado, la cual actualmente se encuentra en reparación, y una incubadora en frío, la que necesita ser reemplazada

a la brevedad. Tomando en cuenta que la prueba de germinación es la que mayor impacto tiene en el comercio y certificación de semillas, se propone la sustitución de las cámaras de ambiente controlado por un cuarto de ambiente controlado. A pesar de lo mencionado anteriormente, se adquirió una cámara de ambiente controlado de 14 m³, robusta y de fácil programación. La presión de esta cámara es adecuada para realizar los ensayos de germinación. Asimismo se calibraron los termómetros para asegurar la calidad de los ensayos que se realizan en el laboratorio. Por otro lado, para efectuar la prueba de viabilidad con tetrazolio, se cuenta con tres agitadores magnéticos que funcionan adecuadamente; dos incubadoras en frío que necesitan ser reemplazadas a la brevedad; un microscopio estereoscópico de última generación; y un determinador de pH y conductividad eléctrica, de reciente adquisición. La precisión de la prueba y calidad de los resultados depende principalmente de la exactitud en el proceso de incubación y de la habilidad del analista durante la evaluación.

En el área de pesaje están ubicadas las balanzas utilizadas para pesar semillas y reactivos. Dada la precisión que se requiere en esta actividad, dicha área se encuentra aislada de corrientes de aire. El área de pesaje cuenta con dos balanzas digitales con resolución de 0.001 gramos y una balanza analítica con resolución de 0.0001 gramos. Estas balanzas deben estar colocadas en mesas especiales que evitan la vibración, por lo que se adquirieron dos mesas de pesaje para asegurar la precisión de los ensayos realizados. Se realizaron adecuaciones a la cancelería y se colocaron películas en las ventanas, con el fin de asegurar que los pesajes se realicen correctamente. Finalmente, en cuanto al área de aseguramiento de la calidad, a la cual pertenecen todos los miembros que trabajan en el LCR, se contrataron servicios de consultoría y de capacitación, tanto a nivel nacional como internacional.

Resultados y discusión

Dentro de los resultados se pueden mencionar las actividades que se llevaron a cabo en relación con la capacitación, tanto a nivel nacional como internacional; y las asesorías para implementar la norma internacional, con tal de lograr la acreditación del laboratorio. De la misma manera se puede mencionar que

actualmente se cuenta con un laboratorio equipado adecuadamente para la obtención de dicha acreditación y que se ha ampliado la capacidad en cuanto al análisis de muestras. Asimismo se cumplieron las metas, algunas totalmente y otras parcialmente.

En lo que respecta al 10 % de incremento anual en cuanto a la atención de un mayor número de especies vegetales, adicionalmente a las especies que se analizan comúnmente, se investigaron 18 especies que nunca se habían examinado: *Andropogon* sp., *Arachis* sp., *Ariocarpus* sp., *Astrophytum* sp., *Axonopus* sp., *Bixa* sp., *Echinofossulocactus* sp., *Epithelantha* sp., *Gossypium* sp., *Lactuca* sp., *Leucaena* sp., *Mammillaria* sp., *Phleum pratense*, *Psidium* sp., *Raphanus* sp., *Thelocactus* sp., *Tigridia* spp. y *Zinnia* sp.

Se aumentó la capacidad instalada del LCR, pasando 1500 muestras analizadas anualmente a 3000 muestras y a partir del segundo año, después de la fecha de acreditación, se logró el análisis de 5000 muestras. Actualmente se han analizado 8916 muestras. En relación con las actividades de arbitraje en materia de semillas y variedades vegetales, se trabajó con una muestra de la especie *Sorghum* sp., en cuyo caso el dictamen del LCR fue decisivo para solucionar la discrepancia. En cuanto a la acreditación internacional del LCR, a la fecha se cumple con la norma internacional para acreditación de laboratorios de semillas.

Conclusiones

La ampliación del laboratorio ha permitido una mejor operación y la garantía de realizar análisis con calidad y competencia adecuada. Una vez que el laboratorio ha sido equipado y que el personal recibió capacitación, se han comenzado a satisfacer los objetivos. Se cumplió con la norma internacional para la acreditación de laboratorios de análisis de semillas; se aprobaron los resultados de ensayos internacionales de aptitud; se obtuvieron cartas de control en relación a los ensayos satisfactorios que aseguran la calidad; y al aplicar metodologías adecuadas se mejoró en relación al orden y la limpieza del LCR.

Según los resultados obtenidos se programaron los siguientes eventos: solicitar la acreditación por la ISTA en octubre del presente año; obtener la acreditación, según disponibilidad de la ISTA, entre los meses

de diciembre del año 2012 y de febrero del año 2013; emitir certificados internacionales a partir de marzo del 2013; durante el último año mencionado, realizar tres eventos de capacitación y difusión del LCR; aprobar los ensayos de aptitud; y alistarse para dos revisiones y una evaluación de las actividades, lo cual lo realizará la dirección del SNICS durante el año 2012. Por último se menciona que al haber mejorado la operación del laboratorio, a la fecha se ha cumplido con los indicadores de desempeño que se propusieron.

Bibliografía

ISTA. 2011. International Rules for Seed Testing. 2011. The International Seed Testing Association. 19 p.

ISTA. 2011. Guidelines for Becoming an ISTA Accredited Member Laboratory. 7 p.

ISTA. 2007. Laboratory Accreditation Standard. 2007. The International Seed Testing Association.

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en Centros de Conservación

Leobigildo Cordova Téllez¹.

¹Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Correo electrónico: semillas.ortodoxas@sinarefi.org.mx.

Resumen

La Red Centros de Conservación es la encargada de regular el resguardo, distribución y uso de las accesiones relativas a los 44 cultivos atendidos por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), de ahí la importancia de coordinar las actividades que realiza cada uno de los centros de conservación que integran a la red. Actualmente existen cinco bancos de semillas ortodoxas, en donde se preservan 36 136 accesiones; tres bancos de semillas recalcitrantes, que resguardan 1 237 accesiones; tres colecciones *in vitro*, que conservan 262 accesiones; 19 colecciones de trabajo, que mantienen 6 222 accesiones y 21 bancos comunitarios, que cuentan con 586 accesiones. Asimismo, en el Sistema de Información para Centros de Conservación, Germocalli, al momento se han realizado 15 847 registros, de 472 especies, y se elaboró el análisis respectivo de la calidad fisiológica de 17 872 accesiones, del total de las especies atendidas por el SINAREFI, de las cuales, 4 485 accesiones presentaron un porcentaje de germinación o viabilidad menor al 80 %, por lo que fueron enviadas a un proceso de regeneración. También se firmaron siete acuerdos de colaboración y cinco acuerdos de transferencia de materiales (ATM) relativos a especies como amaranto, chile, cilantro, frijol y tomate de cáscara. De igual forma se encuentran en trámite dos ATM, uno relacionado con arándano y otro con chile. Cabe mencionar que se realizaron seis visitas de verificación a colecciones de trabajo y a centros de conservación. Como parte de las actividades de capacitación, se efectuó una estancia en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). De igual manera, se participó en eventos de difusión, como el Festival Matsuri, organizado en el marco de la Primer Feria de la Agrobiodiversidad y Agroproductos, en donde se estableció el stand de la Red Centros de Conservación para exponer todas las maneras posibles de preservación del material fitogenético. Asimismo se elaboró un muestrario de semillas. Todas estas actividades corresponden a la coordinación de la red y fueron realizadas con un presupuesto de \$ 945,719.18.

Introducción

El SINAREFI es una estructura de carácter nacional que permite cumplir con los objetivos de manejo sustentable, aprovechamiento y conservación de los recursos fitogenéticos, mediante el desarrollo de redes que realizan diferentes actividades por medio de grupos interdisciplinarios e interinstitucionales que fomentan distintos aspectos, como la conservación, el rescate, la investigación y el desarrollo y transferencia de tecnología, garantizando de esta manera el acceso a la riqueza genética de México y la preservación de la misma. Las actividades mencionadas se llevan a cabo con base en el Plan Nacional de Acción, el cual considera cuatro áreas estratégicas: conservación *ex situ*; conservación *in situ*; uso y potenciación; y creación de capacidades.

Como parte del SINAREFI, la Red Centros de Conservación es la encargada de coordinar las acciones de resguardo, conservación y uso de los recursos fitogenéticos. Las actividades mencionadas se efectúan a través de cinco centros de conservación de semillas ortodoxas: Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas-Región Norte (SEMORNO), Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas-Región Centro (SEMORCE), Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas-Región Sur y Sureste (SEMORSUR) y Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas-Región Occidente (SEMORO); tres centros de conservación de semillas

recalcitrantes: Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes-Clima Templado (SEMRETEM), Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes-Clima Subtropical (SEMRESUB) y Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes-Clima Tropical (SEMRETRO); tres colecciones *in vitro*; 19 colecciones de trabajo; y 21 bancos comunitarios de semillas.

El establecimiento de centros de conservación, de colecciones *in vitro* y de colecciones de trabajo, se relaciona con el objetivo de mantener y conservar en condiciones óptimas todas las accesiones resguardadas hasta la fecha, facilitando de esta manera su transferencia y uso, de acuerdo con la normatividad aplicable a la red. En este sentido, se planteó como objetivo principal el establecimiento y el mantenimiento de centros de conservación que posibiliten el resguardo eficaz, a corto, mediano y largo plazo, del material vegetal que representa la riqueza genética de especies nativas. De esta manera, es importante contar con la documentación necesaria que facilite a la sociedad en general el uso de las especies nativas.

Materiales y métodos

Como parte de las labores de coordinación se realizó el seguimiento de las actividades relacionadas con la recepción y el envío de las accesiones obtenidas en las colectas que se llevaron a cabo durante el ejercicio fiscal del año 2011. Dicho seguimiento se efectuó mediante la revisión de las colectas y de los datos pasaporte correspondientes y posteriormente, en el caso de las semillas ortodoxas, se envió una muestra al Laboratorio Central de Referencia (LCR), del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), para realizar en ellas un análisis de calidad fisiológica; mientras que el resto de la accesión se envió al centro de conservación indicado, de acuerdo con la región geográfica donde fue colectada. En el caso de las semillas recalcitrantes, se enviaron de tres a cinco ejemplares de cada accesión al centro de conservación respectivo, de acuerdo con las necesidades climáticas de cada especie, en tanto que en la colección de trabajo correspondiente se mantiene un duplicado de cada una. En el caso de las colecciones *in vitro* los ejemplares fueron enviados directamente a los centros de conservación.

Por otra parte se llevó a cabo la supervisión respectiva de acuerdo con las necesidades del Sistema de Información para Centros de Conservación, Germocalli. En este sentido se realizó la inspección en la ubicación de la colección, cuando ocurrió la falta de información o se requirió constatar algún dato. Con la finalidad de establecer las bases de colaboración, se elaboró un instrumento jurídico para cada una de las instancias y se gestionaron las firmas necesarias para sentar las bases que permitieran coadyuvar en el resguardo de las accesiones en cada una de las instancias.

Cabe mencionar que los ATM fueron atendidos de acuerdo con las solicitudes de los investigadores y con las necesidades del Sistema de Información para Centros de Conservación, Germocalli. Se realizó una estancia en el CIMMYT con el objetivo de capacitar al personal de la Red Centros de Conservación, respecto a temas como el manejo de germoplasma en los bancos de conservación, sistemas de información y la caracterización de materiales. También se participó en eventos de difusión, en donde se expuso el stand de la Red Centros de Conservación para mostrar las formas de conservación que se practican y exhibir el muestrario de semillas.

Resultados y discusión

Se acondicionaron 12 510 accesiones en el Colegio de Postgraduados (COLPOS) de las cuales, se enviarán 1 000 accesiones al CNRG en cumplimiento con el producto comprometido. Asimismo, se llevó a cabo el Primer Foro de Recursos Fitogenéticos Región Centro-Sur, el cual contó con la participación de 80 personas provenientes de ocho diferentes instituciones. También se elaboró la propuesta de plan estratégico de la red, para lo cual en la categoría de los centros de conservación de semillas ortodoxas se incluyeron cinco bancos. La estrategia empleada para definir la ubicación de los centros de conservación, se basó principalmente en la división del territorio mexicano en cuatro regiones: norte, occidente, centro y sur-sureste. De acuerdo con la división descrita se estableció un centro en cada región.

El SEMORNO se ubica en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila, tiene una capacidad de almacenamiento de 7 000

accesiones y actualmente resguarda en un cuarto frío un total de 613 accesiones, de las cuales 201 ya han sido capturadas en el Sistema de Información para Centros de Conservación, Germocalli. Por otro lado, el SEMORO, ubicado en el Centro de Investigaciones Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), de la Universidad Autónoma de Guadalajara (UdeG), tiene una capacidad aproximada de 11 000 accesiones. En este centro de conservación se resguardan 10 160 accesiones, de las cuales 6 568 corresponden a la colección de maíz del CIMMYT y 3 368 accesiones se encuentran distribuidas en 20 cultivos diferentes. En total, 5 809 accesiones ya están registradas al Sistema de Información para Centros de Conservación, Germocalli.

El SEMORSUR está localizado en el Centro Regional Universitario Sur (CRUS), de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), y tiene una capacidad de almacenamiento para aproximadamente 5 000 accesiones. A la fecha del presente informe se han resguardado 3 690 accesiones, de las cuales, 3 536 accesiones se obtuvieron por medio de colectas y 84 accesiones se consiguieron a través de estudios de mejoramiento. Del total de las accesiones mencionadas, 2 097 se han registrado en el Sistema de Información para Centros de Conservación, Germocalli. Por otra parte, el SEMORSE, ubicado en la UACH, puede resguardar aproximadamente 50 000 accesiones; sin embargo, a la fecha solamente mantiene una colección de 16 660 accesiones.

En cuanto a las semillas recalcitrantes, se puede mencionar que el SEMRETRO está situado en el estado de Chiapas, particularmente en el Campo Experimental Rosario Izapa, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En este centro se resguardan 118 accesiones relativas a las especies: cacao, mamey, pata de elefante, pataxte y yuca. Por otra parte, el SEMRESUB, que se ubica en el municipio de Coatepec Harinas en el Estado de México, mantiene una colección de 697 especies, entre las que se pueden mencionar: aguacate, camote, chirimoya, papaya, pata de elefante, pitahaya, pitaya, nanche y vid. En el SEMRETEM, instancia que se encuentra a cargo de la UACH, se resguardan 422 accesiones de cultivos como agave, echeveria, nopal, pata de elefante, tejocote y xoconostle, así como cactáceas y orquídeas. Cabe mencionar que actualmente se mantienen 19 colecciones de trabajo entre las que se

encuentran especies como: nochebuena, nopal, tejocote y vainilla, así como algunas orquídeas y otras especies, lo que suma un total de 1 237 accesiones bajo conservación y resguardo.

Actualmente se cuenta con tres colecciones *in vitro*, una localizada en la Universidad de Guanajuato (UG), en donde se preservan 62 accesiones, de las cuales 59 corresponden a agaves y a cactáceas y tres a achiote; otra colección que se encuentra en la Universidad Veracruzana (UV), ubicada en Xalapa, Veracruz, en donde se resguardan 79 accesiones de orquídeas; y una colección más que se ubica en la UdeG, en donde se conservan 130 accesiones de camote de cerro. Cabe mencionar que existen 21 bancos comunitarios distribuidos en nueve estados de la república mexicana. Los estados que cuentan con más bancos comunitarios son: Oaxaca y el Estado de México, en donde se ubican nueve y cuatro bancos, respectivamente. En total se resguardan 586 accesiones, entre las que destacan calabaza, frijol y maíz. Se ingresaron 15 847 accesiones correspondientes a 470 especies distintas. Asimismo, se realizó el análisis de la calidad fisiológica en 17 228 accesiones, de las cuales 4 485 presentaron una germinación o viabilidad menor al 80 %, razón por la cual debieron ingresar a un programa de regeneración.

Así mismo se cuenta con el banco de germoplasma que está a cargo de Salvador Muciño Serrano y que pertenece al Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), ubicado en el Conjunto SEDAGRO, en el municipio de Metepec, Estado de México. Esta institución se incorporó al SINAREFI en el año 2011 y su principal actividad consiste en la regularización de datos pasaporte. El banco de germoplasma tiene una capacidad aproximada para la conservación de 20 000 accesiones y a la fecha del presente informe resguarda 5 013 de diversas especies, entre las cuales se encuentran variedades de chile, frijol y maíz. Cabe señalar que las variedades de maíz conservadas corresponden a colectas realizadas en los años 1970 y 1980.

Por otra parte, se firmaron cinco ATM relativos a distintas especies como amaranto, chile, cilantro, frijol y tomate de cáscara. Cabe mencionar que se encuentran en proceso de firma dos ATM: uno respecto a la donación de accesiones de arándano, producto de un

proyecto apoyado por la Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A. C. (COFUPRO), y otro relativo a Chile, establecido con la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), como parte de una solicitud realizada para llevar a cabo un proceso de regeneración. Se participó en las reuniones que celebraron las redes: aguacate, anonáceas, Chile, guayaba, maíz, nanche, orquídeas y tagetes, en donde se dio a conocer el estatus actual de la Red Centros de Conservación y se presentaron las actualizaciones efectuadas en cuanto a los formatos de datos pasaporte y los documentos de ATM, al mismo tiempo que se informó de su implementación y de su vínculo con las redes.

Como parte de las actividades de la Red Centros de Conservación, se realizaron seis visitas de verificación a las siguientes colecciones: Colección de Trabajo de Ciruela, ubicada en el Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán (CRUPY), la cual cuenta con 31 accesiones; a la Colección de Trabajo de Sapotáceas, situada en el Instituto Tecnológico de Conkal (ITConkal) en Mérida, Yucatán, en donde se resguardan 51 accesiones; a la Colección de Trabajo de Anonáceas, establecida en el Campo Experimental Mochachá, en Mérida, Yucatán, en donde se conservan 30 accesiones; a la Colección de Trabajo de Algodón, en el Campo Experimental Iguala, en Iguala, Guerrero, en donde se mantienen 127 accesiones; y a la Colección de Trabajo de Ilemas, localizada en el Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano (ITCA), en el estado de Guerrero.

Otra de las actividades de la Red Centros de Conservación, consistió en la participación en las reuniones de diferentes redes, con el objetivo de dar a conocer el funcionamiento de la red, los aspectos relativos a los formatos de datos pasaporte y a las formas de envío del material. Por último, se realizó el diagnóstico de los datos pasaporte de 5 016 accesiones de maíz procedentes del INIFAP. Del análisis mencionado se obtuvieron 3 724 datos completos y 1 292 datos incompletos. De las accesiones analizadas se acondicionó el 90 % para su envío al SEMOR. También se acondicionaron 204 accesiones de la colecta nacional dirigida, las cuales permanecieron en las condiciones idóneas para su envío al centro de conservación. Asimismo se contó con 35 accesiones de romerito y con 30 accesiones obtenidas a partir del Plan Maestro de Maíces Mexicanos (PMMM).

Productos entregables e indicadores de impacto

A la fecha se mantienen funcionando y en las condiciones idóneas para el resguardo de las accesiones recolectadas por los integrantes del SINAREFI, cuatro centros de conservación de semillas ortodoxas, tres centros de conservación de semillas recalcitrantes, tres colecciones *in vitro*, 19 colecciones de trabajo y 21 bancos comunitarios de semillas.

Conclusiones

Es de suma importancia la estandarización de los procesos relacionados con el envío de las accesiones a los centros de conservación designados, así como la recepción de las mismas. En este sentido la Red Centros de Conservación debe asumir la responsabilidad de coordinar las actividades de conservación y de uso de las accesiones que han sido colectadas y resguardadas en los distintos centros de conservación. Cabe mencionar que se debe continuar trabajando respecto a las distintas formas de conservación de las accesiones a fin de asegurar el fortalecimiento del sistema. La coordinación de las actividades de la Red Centros de Conservación representa la suma de esfuerzos de todas las instancias involucradas en la conservación y en el uso de los recursos fitogenéticos.

Banco comunitario de maíz criollo en el Estado de México

Everardo Lovera Gómez¹ y Eladio Cruz Martínez².

¹Federación de Productores de Maíz del Estado de México. FEPR Correo electrónico: everardoloverag@yahoo.com.mx. ²Federación de Productores de Maíz del Estado de México. FEPR Correo electrónico: cruzmarel2010@hotmail.com.

Resumen

El Banco Comunitario de Maíces Criollos (BCMC), que opera la Federación de Productores de Maíz del Estado de México, forma parte integral del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Dicho banco tiene como finalidad proteger y preservar las variedades de maíces nativos de la zona norte del Estado de México. Una parte de sus actividades consiste en la colecta de maíces nativos, en el procesamiento y el resguardo de las muestras, así como en la supervisión de la calidad fisiológica de las semillas resguardadas y el registro de la documentación de accesiones para llevar a cabo su control. El banco comunitario cuenta con una infraestructura para lograr la conservación del germoplasma con capacidad de 70 m³ y condiciones de temperatura entre 5 y 20 °C. Actualmente el centro de conservación mantiene 199 muestras de semillas de maíces documentadas, provenientes de distintas accesiones. La información de las accesiones incorporadas al banco comunitario, correspondiente a los datos pasaporte, ha sido registrada en bases de datos electrónicas.

Introducción

La conservación *ex situ* representa un método práctico y económico, además de que es el principal método de conservación de especies que producen semillas ortodoxas, es decir, que resisten a la desecación y al bajo contenido de humedad (FAO, 1994). En México, en el año 2002 la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) creó al SINAREFI, el cual está constituido por redes temáticas y por cultivos, con la finalidad de promover acciones de conservación, intercambio y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos y de concentrar las colecciones de germoplasma en una red nacional. A partir del año 2011, la Federación de Productores de Maíz del Estado de México participa en actividades de protección y preservación de germoplasma a través del proyecto del Banco Comunitario de Maíz Criollo, ubicado en el Estado de México. En el año 2012 dichas actividades se fortalecieron a través del convenio FEDERACION-SAGARPA-SNICS.

El BCMC cuenta con una infraestructura para la conservación del germoplasma con capacidad de 70 m³ y condiciones de temperatura entre 5 y 20 °C.

En el periodo 2011-2012 se incorporaron 203 accesiones de maíces y actualmente el centro de conservación mantiene 199 muestras de semillas de maíces documentadas provenientes de distintas accesiones (Figura 1).



Figura 1. Instalaciones del Banco Comunitario de Maíz Criollo en donde se realiza la conservación de semillas de maíz

Los objetivos y metas establecidas para el periodo 2011-2012 fueron: proteger y preservar al menos 170 accesiones activas con la base de datos pasaporte de cada colecta.

Material y métodos

Se realizó el manejo de las accesiones de la colección de semillas de maíz siguiendo los métodos recomendados para bancos de germoplasma (Rao *et al.*, 2007; Engels y Visser, 2007). La información de datos pasaporte de las colectas fue documentada y almacenada en medios magnéticos. Asimismo fue enviada al SINAREFI para su incorporación a la red nacional de bancos de germoplasma. El sistema de trabajo se desarrolló a través de productores cooperantes, quienes mantienen sus materiales y año con año lo siembran en sus parcelas, de tal modo que el flujo de estos es continuo durante este periodo y se renueva a fin de mantener las accesiones en cantidad y calidad.

Resultados y discusión

Mantenimiento de la colección de germoplasma

Durante el periodo 2011-2012 se incorporaron 203 accesiones de semillas de maíces criollos al BCMC, el cual atiende un área de influencia de 15 municipios de la zona norte del Estado de México. Actualmente se mantienen activas 199 accesiones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Accesiones incorporadas al Banco Comunitario de Maíz Criollo, durante el periodo 2011- 2012.

Núm.	Municipios	Número de accesiones
1	Acambay	6
2	Almoloya de Juárez	13
3	Atlacomulco	12
4	Ixtlahuaca	13
5	Jiquipico	32
6	Jocotitlán	12
7	Morelos	13
8	Otzolotepec	11
9	San Felipe del Progreso	10
	Total	199

Cuadro 1. Accesiones incorporadas al Banco Comunitario de Maíz Criollo, durante el periodo 2011- 2012 (continuación).

Núm.	Municipios	Número de accesiones
10	San José del Rincón	7
11	Temascalcingo	9
12	Temoaya	27
13	Toluca	12
14	Villa de Allende	1
15	Villa Victoria	21
	Total	199

Documentación de la colección de germoplasma

La información de las accesiones incorporadas al banco comunitario se encuentra plasmada en los datos pasaporte registrados en una hoja Excel. En el caso de la información pasaporte, se pretende contar con la documentación mínima para la identificación de las accesiones, de tal manera que esté disponible en la red de documentación del SINAREFI.

Bibliografía

- Engels, J. M. M. y Visser, L. (eds.). 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma núm. 6. International Plant Genetic Resources Institute Roma, Italia. 192 p.
- FAO. 1996. Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, and Leipzig Declaration. FAO. Rome, Italy. 63 p.
- Rao, N. K., J. Hanson, M. E. Dulloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma núm. 8. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, Italia. 164 p.

Colecta de accesiones con información etnobotánica de especies con potencial para recursos fitogenéticos

Luis Gerardo Hernández Sandoval¹, Marcela Quiroz Sodi², Miriam Garza Aguilar³ y Fernando Aguilar Galván⁴.

¹Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Correo electrónico: luishs@uaq.mx. ²Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Correo electrónico: marce.qs85@gmail.com. ³Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. ⁴Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales.

Resumen

Los recursos fitogenéticos son material genético útil para la reproducción de las plantas. Su conservación contribuye al mantenimiento de la seguridad alimentaria y de los recursos bióticos. Los cambios de usos de suelo, la eliminación de áreas naturales, los efectos del cambio climático y la introducción de organismos genéticamente modificados han obligado a que en el estado de Querétaro la conservación de los recursos fitogenéticos sea indispensable. Para alcanzar este objetivo se propuso la creación de un banco de semillas, el cual constituye un método eficaz que a costos relativamente bajos permite almacenar las semillas a largo plazo. Con base en los lineamientos establecidos por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), se definieron estrategias de colecta y de almacenamiento de semillas de interés agrícola, medicinal y ornamental, entre otros. Se colectaron accesiones de 153 especies, con lo que se alcanzaron casi 500 accesiones, correspondientes a 14 de los 18 municipios que conforman el estado.

Introducción

El germoplasma es cualquier material capaz de transmitir caracteres hereditarios de una generación a otra. En el caso de las plantas este concepto se refiere a los tejidos, algunas estructuras de las plantas y a las semillas, particularmente. El término recursos fitogenéticos se refiere exclusivamente al material genético de especies vegetales que ofrecen alguna utilidad económica, ambiental o de otro tipo, y comprenden la suma de todas las combinaciones de genes resultantes de la evolución de una especie, desde las silvestres con potencial agrícola hasta las que son producto de genes clonados (Jaramillo y Baena, 2000; Bacchetta *et al.*, 2008).

Los recursos fitogenéticos son de gran interés, ya que están estrechamente relacionados con la satisfacción de necesidades básicas del ser humano, quien agrega a su dieta cultivos de alto rendimiento y calidad que son capaces de adaptarse a las condiciones ambientales y resistir plagas y enfermedades. Por lo que de este modo se aprovechan plantas nativas, exóticas o con potencial (Jaramillo y Baena, 2000).

Con la finalidad de conservar y aumentar las reservas de germoplasma se utilizan los denominados bancos de germoplasma, donde se incluyen colecciones vivas de semillas, cultivos *in vitro* o plantas (Bacchetta *et al.*, 2008). La conservación en bancos de germoplasma constituye uno de los procedimientos de conservación *ex situ* más válidos y extendidos ya que permite el almacenamiento de semillas a largo plazo para garantizar la conservación de la variabilidad de determinadas especies, a costos y labores de mantenimiento relativamente bajos (Jaramillo y Baena, 2000).

El objetivo de llevar a cabo un proyecto de conservación de recursos fitogenéticos en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), es lograr la salvaguardia de material vegetal representativo del estado de Querétaro, con base en los lineamientos establecidos por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), además de contar con un listado de referencia de 280 especies contenidas en las redes nacionales de investigación del SINAREFI.

Materiales y métodos

Para alcanzar el objetivo respecto a la colecta en el estado de Querétaro, se determinaron las localidades en donde se ubican las especies de interés, utilizando como referencia la base de datos de la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) y la información del Herbario de la Universidad Autónoma de Querétaro *Jerzy Rzedowski* (QMEX). Asimismo se crearon mapas para facilitar la localización y para establecer rutas de campo.

Para la colecta de semillas o de frutos ortodoxos se dispuso de bolsas o de sobres de papel, los cuales fueron etiquetados. Al mismo tiempo toda la información fue anotada en libretas de campo. Dicha información consideró datos del lugar (nombre de la comunidad y del municipio), fecha de colecta, nombre de la persona que aportó el material (en los casos cuando esto ocurrió), tipo de vegetación, datos geográficos (altitud, latitud, longitud) y fuente del material (cultivado o silvestre). De igual modo se colectó un ejemplar para el herbario o se capturó una fotografía como respaldo. Para complementar la información de colecta se desarrollaron encuestas etnobotánicas que permitieron recabar información relacionada con las formas de uso.

Una vez en el laboratorio se limpió, secó y registró el material según la metodología aprendida en el curso-taller «Manejo de semillas en bancos de germoplasma» impartido por el doctor Leobigildo Córdova en el año 2012. Los ejemplares de herbario se secaron, montaron, etiquetaron, fumigaron e ingresaron al QMEX para su futura consulta y referencia. La información obtenida se registró en una base de datos. Los datos correspondientes a la ubicación se complementaron con la información encontrada en la bibliografía. En el caso de semillas recalcitrantes, las cuales no resisten el almacenamiento a largo plazo, se colectaron esquejes, varetas, hijuelos o semillas para su posterior regeneración. Actualmente este material se resguarda en los invernaderos de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ.

Resultados y discusión

Se visitaron 14 de los 18 municipios que conforman el estado de Querétaro y la información obtenida

a través de la colecta de ejemplares en campo, se vació en una base de datos diseñada en el programa informático Excel (Figura 1). Se registraron casi 500 accesiones, las cuales comprenden 168 especies de 101 géneros y 46 familias distintas. Del total de especies, 76 de ellas, agrupadas en 37 géneros y 14 familias, son de interés para el SINAREFI. El resto de las especies se consideraron misceláneas y quedaron resguardadas en el Banco de Germoplasma de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se enviaron 228 accesiones para su resguardo en el SINAREFI, de las cuales 108 fueron aceptadas y 40 están pendientes.

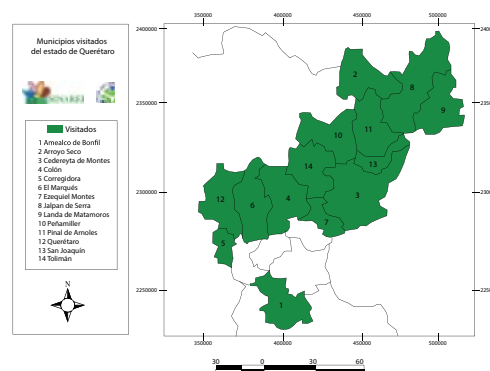


Figura. 1 Mapa de los municipios del estado de Querétaro visitados durante el proyecto

El trabajo se desarrolló con la mayor eficacia y rapidez posible; sin embargo, las condiciones ambientales representaron un factor limitante pues afectaron las fechas de floración y de fructificación de las plantas silvestres y modificaron los ciclos de los cultivos, que en la mayoría del estado son de temporal.

En el aspecto etnobotánico, se encuestaron a 59 personas y se generó una base de datos que comprende 61 especies útiles, de las cuales 54 son de interés para el SINAREFI. Se identificaron seis ámbitos en los cuales se emplean estas especies: medicinal, comestible, ceremonial, forrajero, cosmético y maderable. En el aspecto medicinal se reconocieron 14 alternativas, entre las que destacó su empleo para aliviar enfermedades estomacales e incluso pulmonía. En lo relativo al uso comestible, se encontraron 13 formas de consumo, siendo las más importantes el consumo directo del fruto y el empleo de las especies como condimentos.

Del total de las accesiones depositadas en el SINAREFI y en la UAQ, se incluyó material reproductivo

de plantas recalcitrantes, de las cuales se enviaron 14 accesiones al Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes de Clima Subtropical (SEMRESUB). El resto del material vegetal se mantiene resguardado en los invernaderos de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ. Actualmente se desarrollan pruebas de regeneración de ocho accesiones y el mantenimiento de 120 ejemplares de los géneros: *Agave*, *Dahlia*, *Orchidae*, *Opuntia*, *Spondias*, *Tillandsia*, *Yucca* y *Zephyranthes*, entre otros, así como de la especie *Carica papaya*.

Las accesiones colectadas han sido etiquetadas y empacadas y se almacenaron a 7 °C, con excepción de las accesiones de frijol y de maíz que se encuentran resguardadas a 0 °C por cuestiones de sanidad. Adicionalmente, se generaron 28 mapas de distribución en el programa informático Arc View vs. 3.0, en el cual se conjuntó la información encontrada en bases de datos y la recopilada en las salidas a campo. En el mapa de la Figura 2 se muestra el caso del frijol (*Phaseolus* spp.), en donde se observa su distribución en el estado de Querétaro. En el caso de todas las plantas colectadas y de todas las accesiones enviadas se tienen ejemplares de referencia depositados en el QMEX, de la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ, para referencia y consulta.

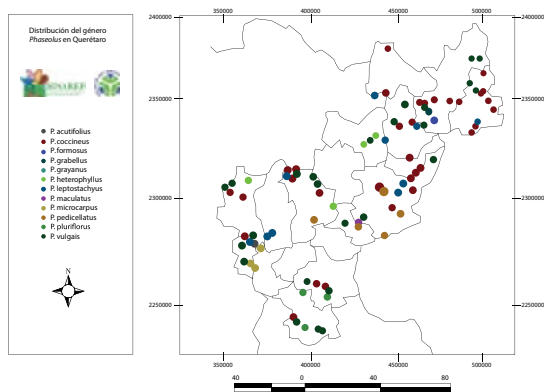


Figura 2. Mapa de distribución de *Phaseolus* spp. en el estado de Querétaro

Productos entregables e indicadores de impacto

Como parte de los resultados se entregaron dos bases de datos, una con los datos pasaporte de las accesiones y otra con información etnobotánica, así como 28 mapas de distribución complementados

con la información obtenida en las salidas de campo y la base de datos utilizada para su elaboración. De igual modo, se entregaron 148 accesiones y otras 14 accesiones (plantas) a la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C. (CICTAMEX). Asimismo, se tiene planeado trabajar en la publicación de artículos utilizando los datos obtenidos en el proyecto.

Como indicadores de impacto, se llevaron a cabo tareas de capacitación a estudiantes, productores y amas de casa, así como labores de difusión del proyecto. Se capacitó en diferentes áreas del proyecto a 26 estudiantes de las licenciaturas de Biología y de Horticultura, de la UAQ. Los temas desarrollados fueron Conservación de germoplasma *ex situ*, Conservación de recursos fitogenéticos y Manejo y colecta de plantas epífitas. Dichos temas fueron desarrollados por el doctor Dr. Froylán Rincón, el Dr. Leobigildo Córdova y Dr. José G. García Franco, respectivamente. Las personas antes mencionadas colaboran con diferentes redes de trabajo del SINAREFI. Cabe señalar que en el proyecto participaron estudiantes de servicio social y en proceso de elaboración de tesis.

En conjunto con la Asociación Mexicana de la Dalia o Acocoxochitl A. C. y la Red Dalia, a cargo de Guadalupe Treviño de Castro y M. en C. José Merced Mejía Muñoz, respectivamente, se impartió un curso-taller denominado «Producción y uso culinario de dalias» a 20 señoras de las comunidades La Joya y La Barreta. El proyecto se difundió entre la población civil y la comunidad estudiantil del estado de Querétaro mediante dos programas de radio transmitidos en Radio UAQ. Es importante mencionar que la inauguración formal del banco de germoplasma se ha planeado para el próximo mes de mayo. Adicionalmente, se participó en pláticas y talleres acerca de la creación de un banco comunitario en diferentes comunidades del municipio de Amealco, trabajando en conjunto con personas de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales y del Centro de Capacitación y Desarrollo Comunitario Ricardo Pozas, de la misma facultad, campus Amealco.

Conclusiones

La construcción de un banco de semillas es un proceso que requiere dedicación, esfuerzo y trabajo

en equipo; sin embargo, el trabajo vale la pena ya que los resultados son prometedores en relación a la conservación de los recursos fitogenéticos y representan el inicio para promover su estudio. La información etnobotánica aportada por productores y amas de casa es muy valiosa, pues aportan formas de uso y manejo tradicionales que representan nuevas alternativas para el aprovechamiento de los recursos fitogenéticos. Los resultados también arrojaron datos de nuevas áreas de distribución y registros de las especies en el caso del estado de Querétaro, abriendo las puertas a nuevas investigaciones desde el punto de vista ecológico, agronómico y de cambio climático.

Bibliografía

- Bacchetta, G., G. Fenu, E. Mattana, Á. Sánchez B. B. Jiménez-Alfaro, B. Piotto y M. Virevaire. 2008. Conservación *ex situ* de plantas silvestres. Jardín Botánico Atlántico. Università di Cagliari. 378 p.
- Jaramillo, S. y M. Baena. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. 210 p.

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en Centros de Conservación: Centro de Conservación Occidente

Moisés Martín Morales Rivera¹, José Ron Parra² y Dulce Gabriela Hernández Vázquez³.

¹Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Correo electrónico: martinmr@cucba.udg.mx. ²Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Correo electrónico: jron@cucba.udg.mx. ³Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Resumen

En el presente año se realizó un mantenimiento preventivo a toda la instalación del área en donde se ubican los cuartos fríos. Dicho servicio se requería debido a la fecha en que inició a operar el centro de conservación. Con el apoyo económico recibido se adquirió el equipo necesario para llevar a cabo las actividades de recepción, viabilidad, caracterización y documentación de las colectas. Se establecieron los objetivos de elaborar un catálogo gráfico y de complementar la información requerida en las bases de datos. Se efectuaron las acciones necesarias para establecer un área de secado, la cual actualmente cuenta con las condiciones apropiadas para llevar a cabo un buen secado de las semillas. Este sitio cuenta con racks de ocho entrepaños cada uno para colocar charolas. En este periodo, con la adquisición de equipo, se mejoraron las condiciones de las áreas de recepción y de resguardo de colectas y accesiones. Destacan la compra de un medidor de humedad, utilizado para muestras pequeñas o de especies silvestres, un medidor de densidad y algunos divisores de muestras. Como parte de las actividades realizadas el presente año en el banco de germoplasma se ha hecho el acondicionamiento, la evaluación y la valoración de las accesiones ingresadas a partir del año 2005. Se recibieron 1544 colectas correspondientes a 22 especies. Se hizo la recepción de accesiones de agave, algodón, amaranto, berenjena, cactáceas, chile, calabaza, dalia, echeveria, epazote, frijol común, frijol silvestre, girasol, jatropha, jitomate, maíz, tabaco, papa, papaya, tagetes, tomate de cáscara y zephyranthes. Asimismo se resguardaron 6571 accesiones de maíz correspondientes al acervo del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI).

Introducción

Los recursos fitogenéticos son la base biológica de la seguridad alimentaria de un país, los cuales, directa o indirectamente, contribuyen a la subsistencia de cada persona sobre la Tierra. Dichos recursos están contenidos en la diversidad de los materiales genéticos de las variedades tradicionales o criollas, de las especies vegetales domesticadas y cultivadas por los agricultores, de los parientes silvestres de las especies cultivadas y de especies silvestres no domesticadas, las cuales en su conjunto pueden ser utilizadas como alimento para el ser humano y los animales domésticos, empleadas como fibra para elaborar vestimentas o usadas para proveer energía, entre otros modos de aprovechamiento. En la actualidad la principal importancia de los

recursos fitogenéticos radica en que constituyen la base para crear nuevas variedades, lo cual posibilita el desarrollo de la agroindustria. La diversidad genética permite la obtención de variedades adaptadas a diversas áreas agroecológicas y a nuevas condiciones de cultivo, además de que propicia una mejoría en cuanto al rendimiento y la calidad nutritiva.

La introducción de nuevas tecnologías en la producción de cultivos, la exigencia de la industria en cuanto a una calidad específica y el constante cambio de hábitos de consumo, han provocado la pérdida de la gran diversidad genética existente. En el largo plazo, la erosión de estos recursos supone una seria

amenaza para la seguridad alimentaria de México, razón por la cual es urgente la necesidad de utilizar y conservar estos recursos ante un futuro impredecible. La conservación y utilización sustentable de los recursos son la clave para una actividad agrícola mejorada y sostenible, por lo que de este modo se contribuye al desarrollo nacional, a la seguridad alimentaria y al alivio de la pobreza. Una forma de satisfacer esta necesidad es mediante la utilización de bancos de germoplasma, los cuales proporcionan la infraestructura requerida para conservar la diversidad genética durante largos periodos de tiempo, ya sea como semillas o como materiales en estado vegetativo.

Un banco de germoplasma se define como la reserva utilizable de material genético mantenido mediante colecciones de semillas o de plantas vivas, de una misma especie o de distintas especies, de un mismo género botánico o de géneros afines, o de elementos de reproducción de dichas plantas, naturales o sometidos a condiciones especiales de conservación. También se conocen como centros de recursos fitogenéticos y su función principal es la de establecer y mantener colecciones, ya sean semillas, cultivos de tejidos, plantas en crecimiento activo o polen, entre otras formas que permitan mantener la variabilidad genética y posibilitar el manejo de los recursos naturales. Cabe señalar que el propósito de un banco de germoplasma no solo es albergar semillas, sino también vigilar que la conservación de sus características se realice en óptimas condiciones. Por ello cada determinado lapso de tiempo se realizan pruebas de germinación y cuando ocurre que los sus resultados no son los esperados, se lleva a cabo la multiplicación del material.

Todas las actividades de conservación, entre ellas el mantenimiento de un banco de germoplasma, están dirigidas a cuidar el equilibrio en nuestro ecosistema. Estos esfuerzos permitirán al ser humano prolongar su forma de vida actual. El trabajo del banco de germoplasma no se limita únicamente a la conservación de semillas, también se ocupa de la realización de diferentes pruebas para establecer el grado de viabilidad de las muestras y establecer protocolos de germinación que posibiliten la recuperación de poblaciones en caso de debilitamiento o desaparición.

Los objetivos generales de cualquier banco de germoplasma son localizar, recolectar y conservar

plantas consideradas de interés prioritario para la sociedad; trabajar para enriquecer el conocimiento científico orientado a la optimización de la conservación y uso de los recursos fitogenéticos; y ofrecer asesoría a los productores sobre las variedades adecuadas para el área donde siembran además de proveerles las semillas. En este sentido se puede mencionar que la investigación es continua en relación a las plantas utilizadas en la agricultura y la alimentación. Un banco de germoplasma permite la conservación de una gran diversidad genética, en un espacio pequeño, y mantiene la viabilidad de los materiales a largo plazo, posiblemente por cientos o incluso miles de años. Su función es indispensable ya que los materiales y variedades conservados son la base de la sostenibilidad y la reconversión de la agricultura.

El banco de germoplasma del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) forma parte de la red de conservación de recursos fitogenéticos. Dicho banco desde su establecimiento ha sido apoyado en forma constante por el SINAREFI para su equipamiento y funcionamiento. Entre las metas principales que se pretenden alcanzar están: almacenar, conservar, caracterizar y evaluar las colectas de maíz con importancia económica y genética en la zona occidente de México; y obtener información a través de las caracterizaciones y evaluaciones de los caracteres agronómicos, así como de las caracterizaciones morfológicas hechas con los descriptores correspondientes, para después incluir tales antecedentes en una base de datos, con la intención de poder seleccionar los materiales y utilizarlos en programas de mejoramiento.

Materiales y métodos

A futuro, las principales actividades *ex situ* que se realizarán en el banco de germoplasma del CUCBA son: recepción y registro de colectas; limpieza de las semillas, lo que implica la eliminación de material inerte, semillas de malezas, semillas distintas a las que se desea conservar, semillas dañadas mecánicamente, semillas con daños biológicos y semillas afectadas físicamente; determinación del contenido de humedad y secado de las semillas; determinación de la calidad de las semillas a través de pruebas de viabilidad, de sanidad y de vigor de las semillas; empaque y almacenamiento de las semillas; distribución del

germoplasma por medio de acuerdos de transferencia de materiales (ATM), entre los que se consideran la evaluación de solicitudes de materiales, la preparación de la muestra solicitada, la entrega de muestras y la firma de los ATM; y la vigilancia y regeneración del germoplasma.

De igual forma el banco de germoplasma ha brindado apoyo a los diferentes programas de mejoramiento del CUCBA, por medio del resguardo de materiales, por ejemplo, de aquellos recursos que se pueden emplear para obtener nuevas variedades con características agronómicas deseables, como pueden ser resistencia o tolerancia a enfermedades o plagas, y que además presenten las características de grano demandadas por el mercado.

Resultados y discusión

Acondicionamiento de áreas de trabajo del Banco de Germoplasma

Adecuación de instalación eléctrica

Se realizó una adecuación de la instalación eléctrica para el funcionamiento y protección de equipo que se utiliza en estas áreas.

Área de secado

Se realizaron las actividades necesarias para establecer un área de secado, la cual cuenta con las condiciones apropiadas para un buen secado de las semillas. Se han incluidos muebles denominados *rack*, los cuales presentan ocho entrepaños y tiene la capacidad para albergar 27 charolas. Además se posee un ventilador-extractor, para efectuar ventilación forzada, y un equipo de aire acondicionado para mantener una temperatura uniforme. El área de secado estará continuamente vigilada para lo que será obligatorio instalar equipos que permitan cumplir con los protocolos de secado, de acuerdo a las condiciones de humedad que presenten las colectas o accesiones al momento de su ingreso al banco.

Área de recepción

En esta área se reciben las colectas y las accesiones. Asimismo existe la posibilidad de realizar algunas

pruebas de calidad, para lo cual se ha instalado una estufa de gas y un sistema de agua que incluye una tarja para la limpieza de los materiales. En esta área también se pueden realizar diferentes pruebas o caracterizaciones de algunas colectas o accesiones.

Adquisición de equipo

En este periodo se realizaron mejoras en las áreas de recepción y de resguardo de colectas y accesiones, por medio de la adquisición de equipo, entre los que destacan, un medidor de humedad para muestras pequeñas o para especies silvestres, un medidor de densidad y algunos divisores de muestras. De igual forma se compró una vitrina para montar una exposición permanente acerca de los recursos fitogenéticos ubicados en el occidente de México.

Ingreso de colectas

Las colectas recibidas en el presente periodo corresponden a 1630 especies diferentes, según se describe en el Cuadro 1. Se distingue la recepción, para su resguardo, de 6571 accesiones de maíz provenientes del SINAREFI, lo que da un total de 8201 ingresos.

Cuadro 1. Especies ingresadas en el periodo.

Especie	Cantidad	Especie	Cantidad	Especie	Cantidad
Agaves	27	Echeveria	25	Maíz	86
Algodón	2	Epazote	1	Maíz (IMAREFI)	6571
Amaranto	130	Frijol común	162	Tabaco	7
Berenjena	1	Frijol silvestre	268	Papa	14
Cactáceas	69	Girasol	2	Papaya	29
Chile	66	Jatropha	32	Tagetes	566
Calabaza	4	Jitomate	2	Tomate de cáscara	57
Dalia	78			Zephyranthes	2

Instituciones participantes

Las accesiones ingresadas en el presente periodo provenían de 18 Instituciones de investigación, ubicadas principalmente de la zona occidente de México. En el Cuadro 2 se mencionan dichas instituciones.

INSTITUCIÓN	SIGLAS
Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Autónoma Metropolitana	ANIA, UAM
Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C.	CICY
Colegio de Postgraduados	COLPOS
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	CUCBA
Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Valle de México Campo Experimental Bajío	
Prestadores de Servicios Profesionales	PSP
Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura	SINAREFI
Sistema Producto D.F.	
Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas Oficina Regional Morelos Oficina Regional Hidalgo	SNICS
Universidad Autónoma Chapingo	UACH
Universidad Autónoma de Querétaro	UAQ
Universidad Nacional Autónoma de México	UNAM
Universidad Veracruzana	UV

Bibliografía

Rao, K., N., J. Hanson, M. E. Dulloo, K. Ghosh, D. Nowell y M. Larinde. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Biodiversity Internacional. Roma, Italia. 186 p.

Conclusiones

Se logró establecer el Centro de Conservación de la Región Occidente, con lo que se logra más eficiencia en las actividades de curación de las diferentes accesiones ingresadas. A la fecha, el centro de conservación se encuentra en capacidad de ofrecer servicio en todas las áreas que lo conforman.

Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética en Centros de Conservación de 45 géneros nativos de México

Osvaldo Baldemar Pérez Cuevas¹.

¹Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Correo electrónico: snics13@chh.sagarpa.gob.mx.

Resumen

El estado de Chihuahua cuenta con una gran diversidad de razas criollas de maíz, principalmente en la parte alta de la sierra Tarahumara, así como también en las zonas conocidas como Alta Babícora y Baja Babícora. En estos lugares se encuentran las razas: ocho carreras, perla amarillo, perla blanco, pipitillo, Tulancingo amarillo y Tulancingo blanco; sin embargo, estas razas, al igual que otras más, están en peligro de desaparecer debido a la siembra de grandes superficies de maíces híbridos de importación, principalmente en el área llamada Baja Babícora. Para evitar la extinción de las razas criollas de maíces en el estado de Chihuahua y para contar con este tipo de semillas criollas en caso de alguna catástrofe, se llevará a cabo el proyecto *Resguardo, manejo y utilización de la diversidad genética de 45 géneros nativos de México en centros de conservación*. Debido a las variaciones del clima que se han presentado en los últimos años y en referencia principalmente a las sequías y a las heladas, tanto tempranas como tardías, se han resguardado en el banco comunitario de germoplasma 6 kg de semilla de maíz de las razas que se incluyen en el proyecto *Manejo y uso sustentable del agroecosistema: pagos por servicios de conservación in situ de razas criollas de maíz*. El resguardo de las semillas se realizó a través de la participación de 14 custodios, quienes sembraron una hectárea de maíz cada uno, con lo cual la relación quedó de la siguiente forma: cuatro custodios sembraron la raza cristalino de Chihuahua; tres custodios sembraron la raza apachito; cuatro custodios sembraron la raza azul; y dos custodios sembraron la raza gordo. Uno de los custodios que sembró una hectárea de maíz de la raza cristalino de Chihuahua también sembró una hectárea de maíz de la raza palomero de Chihuahua, asimismo de otras razas y especies como frijol, calabaza, haba, chícharo y papa, dichas hectáreas se encuentran en las localidades aledañas.

Introducción

En los últimos años diversas instituciones y organizaciones se han enfocado en la creación de bancos comunitarios de germoplasma, para combatir la contaminación genética de las diversas razas criollas de maíz, debido al empleo de los materiales transgénicos y mejorados, y para preservar la diversidad genética de las comunidades rurales, con lo cual se aprovecharán las grandes ventajas de las semillas adaptadas a las condiciones ambientales y culturales de estas comunidades.

Los bancos comunitarios de germoplasma juegan un papel muy importante en la conservación y la utilización de los recursos fitogenéticos, que de otra manera estarían en riesgo de desaparecer con

el consecuente perjuicio a la seguridad alimentaria, no sólo de las comunidades sino también del país y del mundo.

Los bancos comunitarios de semillas nativas se han utilizado como una alternativa, cuyo uso es cada vez más común entre los agricultores de autoconsumo para conseguir la semilla cuando escasea debido a la afectación en la producción provocada por plagas, sequías, heladas o desastres naturales. Tales bancos comunitarios son un modelo alternativo administrado por productores de autoconsumo de la propia comunidad, en donde se puede conseguir la semilla necesaria para la siembra adaptada a la zona.

El funcionamiento de estos bancos se basa en la venta a precios simbólicos, cuando hay intervención gubernamental, o bien a través del préstamo y la devolución. Los productores asociados toman prestada cierta cantidad de semilla, a la cual al momento de reponerla después de la cosecha se le agrega un porcentaje. El banco cuenta con un manual que se define después de la cosecha, en donde se manifiesta la cantidad de semilla que cada socio aportará al banco y de cuánto será el porcentaje que deberá ser agregado al devolver la semilla prestada. Es conveniente aclarar que la semilla que se devuelva deberá ser en condición y calidad similar a la prestada.

Materiales y métodos

Se llevaron a cabo reuniones con los productores participantes en el proyecto y con algunos de sus hijos, ya que el promedio de edad de los custodios es de alrededor de 65 años. Lo anterior con el fin de crear conciencia respecto a la importancia de conservar y aprovechar la diversidad genética que existe en sus comunidades a través de los bancos comunitarios de germoplasma, lo cual redundaría en la alimentación presente y futura de la humanidad, pero sobre todo de los mexicanos.

Se cuenta con una construcción de lámina calibre 26, cuyas dimensiones son 4.5 m de ancho por 7.3 m de largo y 2.4 m de alto. Dicha construcción consta de polines, piso de cemento con fibra de espesor de 10 cm y banquetas. Tanto las paredes como el techo de la construcción se encuentran recubiertos con insulación, lo cual sirve como aislante. Se cuenta con equipo básico para ser instalado en el banco comunitario de germoplasma, dicho equipo consiste en una estantería, una tarima de plástico para el almacén de los costales de yute y un minisplit, el cual conserva la temperatura fresca con el propósito de evitar el deterioro de la semilla que se va a almacenar. Asimismo se tiene lista la instalación eléctrica del banco.

Es conveniente mencionar que hasta la fecha la construcción de lo que es el banco comunitario no cuenta con cerco de protección, por lo que los trabajos de instalación, tanto de equipo como de material almacenado, se encuentran en espera para iniciar sus actividades. La Fundación Universidad Nacional Autónoma de México (FUNAM) y el Distrito de Desarrollo

Rural (DDR), en el cual se encuentra ubicado el banco comunitario de germoplasma, se comprometieron a apoyar en la construcción del cerco de protección, para lo cual también se cuenta con recursos del propio proyecto.

Resultados y discusión

A la par de este proyecto se lleva a cabo el proyecto Manejo y uso sustentable del agroecosistema. Se trabaja con cinco razas de maíces criollos: apachito, azul, cristalino de Chihuahua, gordo y palomero de Chihuahua, las cuales son sembradas por 13 custodios. A cambio del apoyo que el proyecto brindó, cada custodio proporcionó 6 kg de semilla de la raza que sembró, mismo material que se resguardó en el banco comunitario de germoplasma. A la fecha se cuenta con las siguientes cantidades de semilla de maíz: 200 kg de la raza apachito; 200 kg de la raza cristalino de Chihuahua; 184 kg de la raza azul; 146 kg de la raza gordo; y alrededor de 3 kg de la raza palomero de Chihuahua.

Se ha apoyado a los agricultores de autoconsumo con el préstamo de la semilla para siembra con la condición de que al momento de la cosecha regresen una semilla de calidad similar a la que fue prestada. Es importante resaltar que a pesar de la situación prevaleciente desde el ciclo agrícola 2011, en el cual se han presentado insuficientes precipitaciones pluviales y consecuentemente baja producción de semilla de maíz, se cuenta con material suficiente para la siembra del ciclo primavera-verano del año 2013. Las razas de las que se dispone son: apachito, azul, cristalino de Chihuahua y gordo. La densidad de siembra en esta región es de 18 kg ha⁻¹; desafortunadamente en el caso de la raza palomero de Chihuahua, la cantidad de semilla con la que se cuenta es limitada, ya que la superficie sembrada en el ciclo primavera-verano del año 2012 se siniestró totalmente a causa de la helada temprana presentada a mediados del mes de septiembre.

En lo relativo a la raza de maíz llamada palomero de Chihuahua es conveniente mencionar que la semilla con la que se cuenta (3 kg) fue proporcionada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), por lo que se buscó el establecimiento de la superficie bajo condiciones de

riego de auxilio debido a que es muy poca la cantidad de la cual se dispone y a fin de arriesgar lo menos posible esta semilla. Desgraciadamente esta raza es de un ciclo vegetativo mas largo que las demás con las que se ha trabajado, por lo que se vio afectada por heladas tempranas a mediados del mes de septiembre, lo que ocasionó que se perdiera totalmente la producción de este ciclo. Esta raza no es comercial en la zona, por lo que los productores son renuentes a sembrar superficies mayores a un octavo de hectárea, debido a lo pequeño de su grano y a su poco valor comercial para su consumo. La multiplicación y conservación de esta raza se llevó a cabo por uno de los custodios que también siembra otra raza y que además cuenta con un manantial de donde se puede obtener un riego de auxilio, a fin de disminuir los riesgos de pérdida de la semilla por sequía o por heladas.

En el proyecto se le ha explicado a los participantes la importancia de contar con este tipo de instalaciones y de igual forma se les ha dado a conocer cuál es la función del banco comunitario y de qué especies son las semillas que se pretenden resguardar para que puedan utilizarse, ya sea como intercambio, venta o préstamo o en caso de una catástrofe.

Conclusiones

Los bancos de germoplasma alrededor del mundo resguardan cientos de especies de semillas con el fin de asegurar la supervivencia de las plantas. La creciente destrucción de áreas naturales, la construcción de calles y carreteras, el avance del monocultivo, la desertificación de los suelos y los fenómenos climáticos, aparecen entre las principales causas de extinción de especies vegetales.

Ante estas amenazas algunos botánicos que laboran en diferentes instituciones científicas de diversos países, apoyados por los gobiernos, impulsaron la construcción de bancos de semillas con fines de conservación. Hoy en día existen bancos de germoplasma vegetal por todo el mundo, en donde la mayoría resguardan especies de interés alimentario.

Afortunadamente México no se queda atrás respecto a la construcción de bancos de germoplasma. La construcción y operación de dichos bancos son de vital importancia para la conservación de la diversidad

genética existente en las comunidades rurales. Las actividades se realizan por medio de los mismos productores, quienes conservan el material genético en los bancos comunitarios.

Se considera que en el estado de Chihuahua, de la superficie total sembrada, en promedio un 63 % se siembra de temporal, lo que equivale alrededor de 157 000 ha, de las cuales aproximadamente el setenta y siete por ciento, es decir 121 000 ha, se utilizan para sembrar razas de maíces criollos. Lo anterior representa prácticamente toda la producción para autoconsumo, ya sea del mismo productor o para venta local, lo cual proporciona una idea acerca de la gran importancia que tiene la producción de grano de razas de maíces criollos en la alimentación de las personas que viven en estas comunidades.

Es de primordial importancia incentivar a las nuevas generaciones en la siembra y conservación de las razas criollas de maíz, ya que la edad promedio de los custodios actuales es de 68 años y desafortunadamente a los agricultores jóvenes no les resulta atractiva esta actividad, debido al nulo beneficio económico que representa en la mayoría de los casos. Con esto se pone en riesgo inminente el mantenimiento de la diversidad de las especies vegetales aun con la presencia de los bancos comunitarios de germoplasma.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue conservar semilla de reserva a través del fortalecimiento del banco comunitario de germoplasma que existe en esta zona y que se ha diseñado para el autoconsumo de las diferentes especies que existen en el área, a fin de resguardar material que permita enfrentar con mayor facilidad los desafíos de cambio climático y catástrofes como sequías, heladas e inundaciones. Mediante la disponibilidad de semilla de calidad y en cantidad suficiente se puede volver a sembrar en caso de que se presente alguna contingencia, lo cual es común en los estados del norte del país. Es primordial incentivar la integración con centros de enseñanza, investigadores y otros agricultores de la zona a fin de fomentar el intercambio de materiales de especies nativas.

Bibliografía

- Wellhausen, E. J., L. M. Roberts, E. Hernández X. y P. C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto técnico núm. 5. Oficina de estudios especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F. 236 p.
- Muñoz, A., A. Santacruz, P. López, H. López, A. Gil, E. Herrera, H. Hernández. 2003. Centli-maíz: prehistoria e historia, diversidad, potencial, origen genético y geográfico, glosario centli-maíz. COLPOS. 210 p.
- Aragón C., F., H. Castro G., J. M. Cabrera T. y L. Osorio A. 2011. Bancos comunitarios de semillas para conservar *in situ* la diversidad vegetal. Publicación especial núm. 9. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Oaxaca, México.

Fortalecimiento de la Red Centros de Conservación: colección *in vitro* de agaves

Rafael Ramírez Malagón¹, Luis Pérez Moreno² y José Luis Barrera Guerra³.

¹Universidad de Guanajuato. Campus Irapuato-Salamanca. División de Ciencias de la Vida. Departamento de Agronomía. Correo electrónico: ramirafa@ugto.mx. ²Universidad de Guanajuato. Campus Irapuato-Salamanca. División de Ciencias de la Vida. Departamento de Agronomía. Correo electrónico: red_agaves@yahoo.com.mx. ³Universidad de Guanajuato. Campus Irapuato-Salamanca. División de Ciencias de la Vida. Departamento de Agronomía. Correo electrónico: red_agaves@yahoo.com.mx.

Resumen

Los agaves han sido empleados desde tiempos ancestrales para la producción de fibras y bebidas alcohólicas, utilizados con fines medicinales y ornamentales y aprovechados en la construcción de viviendas. Algunas especies de este género están sujetas a la sobreexplotación o requieren de un sistema eficiente de propagación, por lo que se plantearon los objetivos de conservar *in vitro* 50 accesiones de agaves y desarrollar protocolos confiables para la propagación de dos especies de agave, con la finalidad de fortalecer al Centro de Conservación de Agaves *In Vitro*. El desarrollo de los protocolos de propagación se ha realizado a razón de dos especies por año. En el caso del presente documento se menciona el desarrollo de los protocolos para la propagación de *Agave angustifolia*, nombre común *tepetete*, y de *Agave cerulata* ssp. *subcerulata*. En el caso de *A. angustifolia*, la mejor respuesta se obtuvo con AIB (0.01 mg L⁻¹) en combinación con BAP (1.0 mg L⁻¹) con una tasa de multiplicación de cuatro plantas por explante. Con respecto a *Agave cerulata* ssp. *subcerulata*, el mejor resultado se obtuvo con 0.1 mg L⁻¹ de AIB en combinación con 6 mg L⁻¹ de BAP, logrando una multiplicación de seis brotes por explante.

Introducción

La familia *Agavaceae* es endémica de América y se distribuye en el sur de Canadá, sur de Estados Unidos, México, Centroamérica, norte de Sudamérica e islas del Caribe (Gentry, 1982, Valenzuela, 1997). Dentro de esta familia se encuentra el género *Agave*, cuyo nombre proviene del griego y significa «admirable». Inicialmente fue descrito por Linneo en el año de 1753, siendo *Agave americana* la primera especie descrita (Granados, 1999).

Asimismo, en Mesoamérica las grandes evoluciones de las variedades y de las formas de las especies de agave fueron causadas por el hombre, ya que dichas especies fueron trasladadas inadvertidamente de un lugar a otro, por lo que las cruces ocurrieron de manera natural. De este modo el ser humano dispuso de nuevas combinaciones genéticas, las cuales pudo analizar empíricamente, por lo que enfocó estas ventajas a la

producción de fibra, alimento, bebida y otros productos específicos. A medida que la civilización se especializó, acorde a sus necesidades, las características de las especies de agave se seleccionaron progresivamente, aun cuando el ser humano no conocía de genética, lo que fomentó en gran medida una acelerada evolución en cuanto a la diversificación del agave (Muriá, 1999).

En la actualidad se señalan más de 70 formas de empleo, entre las que destacan, como ya se mencionó, la producción de fibras, para lo cual la especie más explotada es *A. fourcroydes* Lem. (henequén). Dicha especie se cultiva en el estado de Yucatán. En el estado de Oaxaca hay otras especies que se han utilizado para la producción de fibra, las cuales son *A. angustifolia* Haw y *A. sisalana* (sisal). En los estados de Tamaulipas y de Veracruz la especie empleada es *A. angustifolia* var. *deweyana*. Otras fibras son fabricadas con *A. funkiana*

(ixtle), *A. lechuguilla* o *A. carnerosana*; sin embargo, una de las aplicaciones más importantes de las especies del agave en México ha sido la elaboración de bebidas alcohólicas, como el pulque. Para la elaboración de esta bebida la especie más comúnmente usada es *A. salmiana*; sin embargo, otras especies como *Agave americana*, *A. hookeri* y *A. inaequidens* también son empleadas. Asimismo otra bebida mexicana muy popular es el mezcal, el cual puede obtenerse a partir de las siguientes especies de agave: *Agave angustifolia* Haw., *A. americana*, *A. cupreata*, *A. crassispina*, *A. karwinskii*, *A. salmiana* y *A. potatorum* Zucc. (García-Mendoza, 1992). Otra bebida alcohólica que se elabora a partir del agave es el tequila, destilado mexicano famoso alrededor del mundo. Esta bebida se obtiene de la destilación del jugo fermentado del *Agave tequilana* Weber var. *azul* (Cedeño, 1995).

Por otra parte, el agave requiere de ocho a 25 años para presentar una sola floración, por ser una especie monocárpica, lo cual ha influido en que el principal método de propagación sea de manera vegetativa desde hace casi 400 años, es decir, seleccionando los hijuelos que se forman en la base del tallo de la planta madre. Ya que de otro modo una reproducción sexual sería difícilmente aceptable dado el tiempo de desarrollo tan largo que presenta el género; sin embargo, actualmente se dispone de la biotecnología y de sus herramientas, como el empleo de la variación somaclonal, la cual consiste en la caracterización y la selección por medio de marcadores moleculares y de propagación masiva *in vitro* de los ejemplares mejorados, para contar en pocos años, relativamente, con materiales mejorados disponibles para los productores, la agroindustria y dependencias gubernamentales relacionadas con el desarrollo de zonas áridas y marginadas (Granados, 1999).

La utilización del cultivo de tejidos vegetales en el género *Agave* no ha sido tan numerosa como en otros cultivos, por ejemplo el tabaco, el trigo y el arroz, entre otros; sin embargo, se ha llevado a cabo en especies de importancia económica o en especies en peligro de extinción. La mayoría de los trabajos han tenido como finalidad la producción masiva de algunas especies (Madrigal-Lugo *et al.*, 1989; Robert *et al.*, 1987). En 1996, Rodríguez-Garay *et al.*, reportaron el primer trabajo de embriogénesis somática en el género *Agave*, la cual se realizó con la especie

A. victoria-reginae. Las experiencias obtenidas con esta especie han sido fundamentales para iniciar trabajos de investigación en los cuales el objetivo principal es lograr el mejoramiento genético del agave tequilero (Rodríguez-Garay *et al.*, 1998).

Por otra parte, la propagación *in vitro* de *A. fourcroydes* fue divulgada primero por Robert *et al.* (1987). En dicho estudio se probaron explantes de tejidos finos de hijuelos de plantas crecidas en campo durante dos años, las cuales se incubaron a 26 \pm 2 °C bajo iluminación continua (lámparas fluorescentes de luz del día: 30-40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). El mismo autor encontró que un medio modificado con 5 mM de KNO_3 y 18mM de NH_4NO_3 de MS (Murashige y Skoog, 1962), que contenía 0.25 mg L⁻¹ de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) más 1 mg L⁻¹ de benciladenina (BA), fue el medio más conveniente para la formación del callo. Sin embargo, en el caso de la combinación de 0.025 mg L⁻¹ de 2,4-D más 10 mg L⁻¹ de BA se encontró que la formación de brotes fue inducida sin la formación intermedia de callo.

Madrigal-Lugo *et al.*, (1989), propusieron un protocolo general para la propagación *in vitro* de especies de agave, especialmente para *Agave atrovirens*, *A. fourcroydes* Lem. y *A. tequilana*, empleando como explantes a hijuelos. El medio recomendado fue MS para todas las etapas del cultivo. La producción del callo fue obtenida a través de la adición de 14.7 μM de ácido indolbutírico (IBA), mientras que la producción de brotes se logró con la presencia de cinetina 4.6 μM más 17 μM de ácido indolacético (AIA). La multiplicación de los brotes se realizó en un medio de cultivo suplido con 1 mL de BA más 1.7 μM de AIA; el arraigue de los brotes se efectuó con 11 μM de AIA. Este protocolo también se recomienda para la regeneración y la multiplicación de plantas prolíferas de brotes axilares, usando los brotes laterales como explantes.

Materiales y métodos

Se dio mantenimiento a 50 accesiones de agave de 25 especies diferentes: *Agave americana*, *A. americana variegata*, *A. angustifolia*, *A. aplanata*, *A. atrovirens*, *A. attenuata*, *A. celcii*, *A. cupreata*, *A. cerulata*, *A. duranguensis*, *A. fourcroydes*, *A. guiengola*, *A. lechuguilla*, *A. mapizaga*, *A. mitis*, *A. oscura*, *A. parri*,

A. pigmaea, *A. salmiana ssp. crassispina*, *A. salmiana salmiana*, *A. scabra*, *A. sisalana*, *A. tequilana*, *A. vilmoriniana* y *A. victoria-reginae*. Asimismo se indica que para el desarrollo de los protocolos de propagación *in vitro*, se prepararon cada semana medios frescos para llevar a cabo los subcultivos de 10 accesiones diferentes, durante las 52 semanas del año.

Cabe señalar que se realizó la propagación *in vitro* de las especies *A. angustifolia* y *A. cerulata ssp. subcerulata*. Para la elaboración de protocolos de cultivo y propagación de las especies mencionadas, se procedió a implementar un diseño experimental para cada una de ellas, utilizando como repeticiones a 10 plantas por tratamiento. El factorial fue formado por dos reguladores de crecimiento: AIB (0.01, 0.1 y 0.5 mg L⁻¹) en combinación con BAP (0.1, 0.5, 1, 3 y 6 mg L⁻¹). Se generaron 15 tratamientos más un testigo, los cuales fueron establecidos en un medio MS.

Previamente las plantas fueron lavadas y enjuagadas en agua corriente por dos horas, sumergidas en etanol al 70 % por 60 segundos y tratadas por 20 minutos en hipoclorito de sodio al 1.2 %. Posteriormente las plantas fueron tratadas con solución de Benomyl (2 g L⁻¹, previamente esterilizado en autoclave por 20 minutos) seguido de un tratamiento con hipoclorito de sodio al 1.2 %, por 10 minutos. Las plantas fueron lavadas cinco veces con agua destilada estéril, dentro de una campana de aire filtrado. Los cultivos fueron incubados bajo lámparas fluorescentes (35 µmol m⁻² s⁻¹) con un fotoperiodo de 16 horas luz y 8 horas oscuridad, a 25 ± 2 °C por 30 y 60 días, respectivamente. Posteriormente se realizó el segundo y el tercer subcultivo en el mismo medio de crecimiento.

Transcurridos los primeros 30 días, se realizó una evaluación visual para identificar y contar brotes nuevos y la aparición de raíces o tejido calloso. A los 60 días se realizó la última evaluación de los cultivos y de un nuevo subcultivo para su posterior multiplicación; sin embargo, para los fines de este trabajo, solo se evaluaron los tratamientos hasta los 60 días en incubación. Se tomaron los datos del número de explantes generados por cada tratamiento; se hicieron los análisis de varianza; y se realizó una separación de medias por medio de la prueba DMS ($\alpha = 0.05$).

Resultados y discusión

A la fecha se han desarrollado ocho protocolos para la propagación *in vitro* de igual número de accesiones de agave y se conservan 50 diferentes accesiones de agave para su posterior utilización en trabajos de identificación. Para el desarrollo de los primeros protocolos se utilizó la metodología propuesta por Robert *et al.*, (1987), con la cual se encontraron resultados similares a los reportados por esos investigadores. En cambio, al probar los reguladores y las dosis propuestas por Madrigal-Lugo *et al.*, (1989), no se obtuvieron los resultados esperados, posiblemente porque las condiciones del medio ambiente de cultivo fueron diferentes o porque la genética de distintas especies induce respuestas diferentes, por lo que se procedió a desarrollar el factorial descrito en materiales y métodos, con lo cual se ha estado avanzando. Los protocolos previamente desarrollados indujeron respuestas diferentes entre sí. Respecto a los dos protocolos desarrollados para *A. angustifolia* y *A. cerulata ssp. subcerulata*, las respuestas fueron diferentes.

En el caso de la propagación de *A. tequilana*, se diseñó un experimento que consistía en la aplicación de pulsos temporales de ácido 2,4-D con concentraciones de 500, 1 000, 1 500 y 2 000 mg L⁻¹. Para la propagación de *Agave salmiana ssp. crassispina*, *A. duranguensis*, *A. oscura*, *A. pigmaea* y *A. victoria-reginae*, se utilizó el medio MS, adicionado de AIB (0.01, 0.1 y 0.5 mg L⁻¹) en combinación con BAP (0.1, 0.5, 1, 3 y 6 mg L⁻¹). En el caso de *A. tequilana* indujo 12 brotes por explante en el medio MS suplementado con 1 500 mg L⁻¹ de 2,4-D durante 3 días. En las otras especies se indujeron tres brotes en el caso de *A. salmiana ssp. crassispina*, 5.9 en *A. duranguensis*, 12.8 en *A. oscura*, 5.6 en *A. pigmaea* y 5.5 en *A. victoria-reginae*, en presencia de la combinación de IBA y BAP, en concentraciones de 0.1/1 mg L⁻¹, 0.01/1 mg L⁻¹, 0.5/1 mg L⁻¹, 0.1/3 mg L⁻¹ y 0.5/0.5 mg L⁻¹, respectivamente.

Los dos nuevos protocolos desarrollados se enfocaron a dos accesiones con diferente problemática. En opinión de los productores del estado de Durango, en el caso de *A. angustifolia*, cada vez hay menos disponibilidad de este recurso, debido a que los productores de mezcal están utilizando sin reposición las plantas de las poblaciones silvestres, por

lo que es conveniente desarrollar un protocolo de propagación *in vitro* para lograr la conservación de dichas poblaciones. Por otra parte, *A. cerulata* ssp. *subcerulata*, es una especie de la zona árida de Baja California, lugar en donde crece en condiciones por demás difíciles, por lo que es conveniente conservarla y elaborar un protocolo de propagación *in vitro* como parte de la conservación de la diversidad.

En el caso de *A. angustifolia*, la mejor respuesta se obtuvo con AIB a 0.1 mg L⁻¹, en combinación con BAP a 3 mg L⁻¹, con una tasa promedio de multiplicación de 11 brotes por explante. Esta respuesta se acerca al resultado que presentó *A. oscura* en concentraciones idénticas de los mismos reguladores de crecimiento. Respecto a la propagación de *A. cerulata* ssp. *subcerulata*, el mejor resultado se obtuvo con AIB al 0.1 mg L⁻¹ en combinación con 1 mg L⁻¹ de BAP, con lo cual se logró una multiplicación de seis brotes por explante. Esta respuesta fue similar a la inducida en *A. duranguensis*; aunque en el caso de *A. cerulata* ssp. *subcerulata* se requirió de una mayor concentración de auxina. En el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos para propagar y conservar dichas accesiones, de tal modo que se pueda contribuir a la disminución del grado de amenaza en que se encuentran.

Cuadro 1. Inducción de brotes de *Agave angustifolia* y de *Agave cerulata* ssp. *subcerulata*, después de 60 días de cultivo *in vitro*, con diferentes concentraciones de AIB y BAP.

Tratamiento	Núm. de brotes por explante inducidos en <i>A. angustifolia</i>	Núm. de brotes por explante inducidos en <i>A. cerulata</i> ssp. <i>subcerulata</i>
IBA/BAP mg L ⁻¹	1.0 b	0.1 e
1.- 0.01/0.1	1.8 b	4.9 ab
2.- 0.01/0.5	2.2 cd	6.0 a
3.- 0.01/1.0	4.4 bcd	3.5 abcd
4.- 0.01/3.0	2.4 cd	3.7 abc
5.- 0.01/6.0	1.8 d	1.7 bcde
6.- 0.1/0.1	2.8 cd	0.2 de
7.- 0.1/0.5	5.8 bc	0.5 cde
8.- 0.1/1.0	11.0 a	2.3 bcde
9.- 0.1/3.0	6.8 b	0.3 de
10.- 0.1/6.0	1.2 d	0.5 cde
11.- 0.5/0.1	3.4 bcd	2.8 abcde
12.- 0.5/0.5	3.6 bcd	4.1 ab
13.- 0.5/1.0	3.8 bcd	2.4 bcde

Cuadro 1. Inducción de brotes de *Agave angustifolia* y de *Agave cerulata* ssp. *subcerulata*, después de 60 días de cultivo *in vitro*, con diferentes concentraciones de AIB y BAP. (continuación)

14.- 0.5/3.0	4.2 bcd	3.3 abcde
15.- 0.5/6.0		

Las medias con distinta letra dentro de cada columna son estadísticamente diferentes. DMS $\alpha = 0.05$.

En la Figura 1 se observan dos muestras de frascos de cultivo con plántulas en desarrollo y multiplicación *in vitro*, con la finalidad de ilustrar las respuestas de *A. angustifolia* y de *A. cerulata* ssp. *subcerulata*.

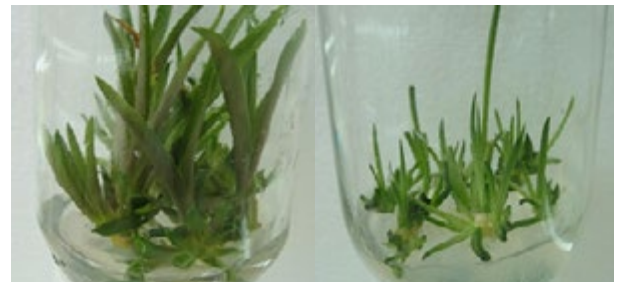


Figura 1. Izquierda: crecimiento y multiplicación de *Agave angustifolia*. Derecha: crecimiento y multiplicación de *Agave cerulata* ssp. *subcerulata*.

Productos entregables e indicadores de impacto

Productos entregables

Dos protocolos de propagación *in vitro* de agaves

Los dos protocolos comprometidos se mencionaron en los apartados: materiales y métodos, resultados y discusión, en los cuales se establece que *A. angustifolia* presentó un promedio de 12 brotes por explante en 60 días, después del desarrollo del factorial, en presencia del medio MS, adicionado de los reguladores de crecimiento, ácido indol 3, butírico y bencilaminopurina, en concentraciones de 0.1 y 3 mg L⁻¹, respectivamente. Respecto a *A. cerulata* ssp. *subcerulata*, se indujeron un promedio de seis brotes por explante en 60 días, en el mismo medio de cultivo y con los mismos reguladores de crecimiento pero con concentraciones de 0.01/1 mg L⁻¹.

Mantener sin contaminación 58
accesiones de agave

Actualmente se conservan de manera permanente las 58 accesiones de agave de 26 especies diferentes. Se han realizado los subcultivos de las diferentes accesiones, a razón de 12 accesiones por semana aproximadamente, para mantener un ritmo de subcultivo mensual en el caso de todas las accesiones, las cuales se encuentran en buen estado, en desarrollo y sin contaminación.

Indicadores de impacto

Desarrollo de dos protocolos de propagación
in vitro de agaves entre las 58 accesiones
en conservación

Desarrollo anual de dos protocolos para la conservación *ex situ* y la conservación *in vitro* de dos especies diferentes, con objeto de asegurar la conservación de aquellas que están amenazadas o en peligro de extinción del género *Agave*. Dicho género ha sido diezmado debido a la sobrecolecta de especies como *A. victoria-reginae* o a la extracción sin reposición de ejemplares que son utilizados para proveer a algunos sectores de la agroindustria de subsistencia, como la elaboración de fibras o la producción de bebidas como los mezcales. Estas prácticas han amenazado a las poblaciones silvestres y la supervivencia de las mismas, así como a la subsistencia de varios núcleos de poblaciones rurales.

Reporte del mantenimiento
por subcultivos de las 58 accesiones de agaves

En la sección de materiales y métodos se enlistan las especies de las 58 accesiones que se encuentran en mantenimiento permanente, con la finalidad de que se acelere la producción de plántulas, en caso de ser necesario, ya sea para investigar o para proveer ejemplares a productores interesados en las accesiones en conservación, o bien prevenir pérdidas o recuperar material en caso de algún desastre natural, como pueden ser huracanes, heladas, plagas y enfermedades, etcétera.

Conclusiones

La propagación *in vitro* de agaves requiere del desarrollo de protocolos de cultivo para cada una de las 200 especies de agaves, trabajo que debe programarse anualmente hasta tener el total de protocolos requeridos para cada una de las especies.

La conservación y propagación de agaves requiere de un mantenimiento continuo durante todo el año.

El factorial de AIB y BAP mostró diferencias en cuanto a la respuesta del cultivo *in vitro* de las especies *A. angustifolia* y *A. cerulata* ssp. *subcerulata*, así como para el caso de cinco de las seis especies previamente manejadas dentro de este sistema.

Bibliografía

- Cedeño, M. 1995. Tequila Production. Critical Reviews in Biotechnology 15: 1-11.
- García-Mendoza, A. 1992. Con sabor a maguey. Guía de la colección nacional de agaváceas y nolináceas del jardín botánico. Instituto de Biología. México, D. F. pp.3-5 y pp. 43-45.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona. Press Tucson Arizona. 61 p.
- Granados S., D. 1999. Los agaves en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 99-112.
- Madrigal-Lugo, R. E. Pineda F. y J. L. Rodríguez D. 1989. Agave *In*: Handbook of Plant Cell Culture Vol. 5 Ornamental Species, Chapter 9. Ammirato, P. V., D. A. Evans, W. R. Sharp and Y. P. S. Bajaj (eds.). Mc. Graw Hill Publishing Company. New York, USA. pp. 206-207.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissues Cultures. Physiologia Plantarum 15: 473-479.

-
- Muriá R., J. M. et- al. 1999. La producción de agave en los Altos de Jalisco. Sems. México. pp. 230
- Robert, M. L., J. L. Herrera, F. Contreras and K. Scorer. 1987. *In vitro* Propagation of Agave fourcroydes Lem. (Henequén). Plant Cell, Tissue and Organ Culture 8: 37-48.
- Rodriguez G., B., F. Santacruz R. y D. Ruvalcaba R. 1998. Biotecnología vegetal: avances recientes en Agave tequilana Weber var. azul. Revista Mexicana de Fitopatología 16:69.
- Valenzuela Z., A. G. 1997. El agave tequilero su cultivo e industria. Litteris editores, Monsanto. México. pp. 75-96.

Banco de conservación de germoplasma *in vitro* de la Universidad Veracruzana

Rebeca Alicia Menchaca García¹ y Miguel Ángel Lozano Rodríguez².

¹Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales. Correo electrónico: ornamentales130@yahoo.com.mx. ²Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales. Correo electrónico: miguel_orq@hotmail.com.

Resumen

Durante este proyecto, financiado por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), a través de la Red Centros de Conservación, se proporcionó mantenimiento a las colección de trabajo, la cual está conformada por 75 accesiones de cultivos de vainilla *in vitro*, diferentes especies de orquídeas y una accesión de achiote. Se desarrollaron protocolos de germinación *in vitro* de orquídeas y se trabajó en cuanto a la vinculación con tres productores de la zona, a quienes se les entregaron diferentes plántulas micropropagadas para que fueran adaptadas a sus invernaderos y posteriormente puedan ser comercializadas bajo esquemas sustentables.

Introducción

Mediante el cultivo *in vitro* se conservan accesiones que se encuentran amenazadas y que poseen una gran importancia debido a su gran potencial económico o bien ornamental. Por otro lado, los ejemplares en custodia pertenecen a especies que pueden propagarse para su conservación y uso sustentable (Sunderland *et al.*, 2002; Lazcano, 2005). La conservación *in vitro* del germoplasma es aquella que preserva el material genético en forma de tejidos de plantas o de germinación de microsemillas que crecen en un cultivo activo, ya sea en un medio sólido o líquido, y que se conservan en cuartos con temperaturas de incubación óptimas para su preservación (Mroginski *et al.*, 1991; Roca 1991). En el presente proyecto participó la Universidad Veracruzana (UV) en colaboración con pequeños productores de la localidad El Grande, en el municipio de Coatepec, y del municipio de Hueyapan de Ocampo, ubicado en la región de Los Tuxtlas, Veracruz. Dichos productores aportaron germoplasma valioso para ser propagado a través del cultivo *in vitro*, posteriormente las plántulas fueron entregadas para su comercialización en viveros.

Materiales y métodos

La micropropagación de las especies se llevó a cabo mediante el método de germinación asimbiótica definido por Knudson (1922). Se utilizó el medio de cultivo Murashige y Skoog (1962), y el medio Murashige y Skoog modificado al 50 % de los nutrientes de la fórmula original.

Resultados y discusión

Como resultado de este proyecto, se dio mantenimiento a la colección de trabajo la cual está conformada por 75 accesiones de especies de importancia ornamental o clasificadas dentro de alguna categoría de amenaza. Cabe mencionar que se recibió una accesión entregada por la Red Achiote. Asimismo, se desarrollaron protocolos de micropropagación para la propagación de las especies de orquídeas.

Conclusiones

Por lo observado en este proyecto podemos afirmar que la conservación de las especies a través del cultivo y uso sustentable es la mejor medida para que estas persistan (Sunderland *et al.*, 2002).

Productos entregables e indicadores de impacto

Una colección *in vitro* de 75 accesiones con una base de datos pasaporte Germocalli.

Una base de datos de los productores beneficiados.



- 1.- Entrega de plántulas a un productor de la región de Los Tuxtlas, Veracruz
- 2.- Plántulas de orquídeas micropropagadas

Bibliografía

Knudson L. 1922. Non Symbiotic Germination of Orchid Seeds. Botanical Gazette 73: 1-25.

Lazcano L. J. 2005. Principales características e importancia de las colecciones vivas para la conservación de plantas silvestres. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Cuba.

Mroginski, L.A., W.M. Roca y K.K. Kartha. 1991. Crioconservación del germoplasma. En Roca, W.M. y L.A. Mroginski (eds.). Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones. Colombia.

Roca, W. M., D. I. Arias y R. Chávez. 1991. Métodos de conservación *in vitro* del germoplasma. In: Roca, W. M. y L. A. Mroginski (eds.). Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones. Colombia.

Sunderland, T., P. C. Blackmore, N. N. Nkefor J. 2002. Conservation Through Cultivation: the Work of the Limbe Botanic Garden, Cameroon. In: Maunder, M., C. Clubbe, C. Hanksamer, M. Groves (eds.). Plant Conservation.

Mantenimiento, manejo y utilización de 45 géneros nativos de México

Salvador Muciños Serrano¹, Mario López Rodríguez², Pascual de la Cruz Díaz³, Francisco Muñoz González⁴ y Francisco Javier Manjarrez Juárez⁵.

¹Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal. Correo electrónico: sanleg81@hotmail.com. ²Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal. ³Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal. ⁴Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal. ⁵Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue asegurar el mantenimiento y manejo *ex situ*, al largo y mediano plazo, de la colección base y la colección activa de germoplasma, las cuales se utilizan en los programas de mejoramiento llevados a cabo por el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX). Las acciones realizadas durante el periodo 2011-2012 permitieron la inspección de la semilla de 2 000 accesiones de maíz, 400 accesiones de haba y 100 accesiones de frijol, en las cuales se revisó la calidad física y sanitaria y también se supervisó la viabilidad. La escasa energía de germinación y el tamaño reducido de las muestras, son un indicativo de la urgente necesidad de recuperar la viabilidad, así como de aumentar el tamaño de las muestras de semillas. Adicionalmente se realizaron actividades para completar datos pasaporte de las accesiones de maíz, mediante el uso de la aplicación Google Maps, con lo cual se logró ubicar geográficamente 1 750 accesiones. En relación con las actividades de regeneración dirigidas al aumento del tamaño de la muestra y a la recuperación de la viabilidad de las semillas, en el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITT), Rancho El Islote, ubicado en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México, se estableció un lote con un total de 165 accesiones de maíz, de las cuales solo emergieron 72 debido a la baja germinación, lo cual correspondió al 44 % de las accesiones. Para cumplir la meta de 100 accesiones regeneradas se estableció un lote con 66 accesiones de frijol común y con 12 accesiones de frijol ayocote. Sin embargo, cambios climáticos adversos afectaron a las plantas, lo que disminuyó el tamaño y la calidad de las muestras cosechadas en las tres especies. A finales del mes de mayo, las actividades realizadas permitirán la incorporación al banco del germoplasma acondicionado apropiadamente. Con lo anterior se pretende mantener y preservar las características genéticas de la diversidad de los cultivos, los cuales tienen importancia social, económica y agronómica en el desarrollo sostenible del sector agropecuario del Estado de México.

Palabras clave: nativos, accesiones, *ex situ*, conservación, regeneración y viabilidad.

Introducción

Los bancos de germoplasma son centros de recursos genéticos que poseen colecciones de material vegetal, cuyo objetivo es mantener y preservar las características de dichos recursos para el beneficio futuro de la humanidad y del ambiente. Los recursos genéticos posibilitan el desarrollo de cultivos productivos, resistentes y de calidad, además de que permiten mejorar la productividad y la sustentabilidad de la agricultura; sin embargo, aun cuando contribuyen

al sustento de la creciente población y a disminuir la pobreza, son recursos vulnerables con alto riesgo de desaparecer. El aumento de la población; la industrialización; la modificación o destrucción de áreas agrícolas; y la adopción de germoplasma elite, contribuyen de manera importante a la disminución de esta diversidad. Esta pérdida de recursos genéticos pone en evidencia la necesidad de conservar y de utilizar los recursos de manera sostenible.

Se justifica la organización de un banco de germoplasma para llevar a cabo la conservación, el manejo y el mejor uso de las reservas de material genético, debido a que el término *recursos genéticos* implica que el germoplasma tiene o puede tener, un valor económico o utilitario, actual o futuro, y a que el ICAMEX cuenta con colecciones que pueden tener potencial nutricional, industrial o genético para crear nuevas variedades. Dicho potencial se fundamenta en 3 500 muestras de maíz, 1 200 muestras de haba, 100 muestras de frijol y 26 muestras de chícharo, entre otras muestras de garbanzo, latirus y otras especies.

Desde la antigüedad los agricultores han sido los custodios de los recursos vegetales, pero actualmente el germoplasma de las especies cultivadas se preserva en los bancos genéticos, en donde las muestras de cultivos se evalúan, caracterizan y documentan con datos veraces y confiables, los cuales se ponen a disposición de los fitomejoradores para afrontar las diversas amenazas que pesan sobre la productividad agrícola (Pucknet *et al.*, 1992). Los mismos autores escriben que los bancos de germoplasma conservan variedades tradicionales que ya no se cultivan así como poblaciones de ancestros silvestres, materiales locales y líneas puras que de otro modo podrían haberse extinguido.

Según Painting *et al.* (1993), los bancos de germoplasma poseen colecciones de material vegetal para mantener y preservar las características de las plantas que son benéficas para la humanidad. Los materiales conservados incluyen cultivos alimenticios económicamente importantes, plantas hortícolas, forrajes, plantas medicinales y árboles. Respecto a los bancos de germoplasma, estos investigadores han identificado cuatro categorías principales: banco de germoplasma institucional, el cual se establece con el fin de conservar únicamente el germoplasma que se utiliza o es potencialmente útil para los programas de investigación de la institución; banco de germoplasma nacional, establecido como un centro de recursos fitogenéticos nacionales, el cual conserva un gran número de muestras de germoplasma de interés actual o potencial para personas que trabajan en el ámbito nacional en investigaciones relacionadas con las plantas; banco de germoplasma regional, en el que participan varios países pertenecientes a una misma región geográfica, con el fin de conservar germoplasma de

la región y apoyar a la investigación acerca de las plantas; y banco de germoplasma internacional, el cual posee colecciones abundantes de germoplasma colectado en el ámbito mundial gracias a la colaboración internacional.

Entre las técnicas de conservación de los recursos fitogenéticos se incluye a la conservación *ex situ*, la cual se realiza a través de los bancos de germoplasma que pueden contener colecciones de semillas de plantas vivas, tejidos vegetales cultivados *in vitro*, polen y ácido desoxirribonucleico (ADN). Otra técnica que se emplea es la conservación *in situ*, la cual se lleva a cabo en el propio lugar en donde se cultiva lo que se pretende cultivar. Paiting *et al.* (1993), afirman que las colecciones se pueden clasificar de acuerdo a su finalidad en colección base, colección activa, colección nuclear y colección de trabajo.

La colección base está conformada por germoplasma que se conserva a largo plazo, generalmente a temperaturas bajo cero y con poca humedad. La colección activa comúnmente se destina para la regeneración, multiplicación, distribución, caracterización y evaluación. Las colecciones nucleares representan una cantidad mínima de muestras de la colección base que reflejan la variabilidad existente.

En cuanto a conservación se refiere es importante distinguir a las semillas ortodoxas de las semillas recalcitrantes. Las primeras son las que pueden conservarse en condiciones de poca humedad y baja temperatura, en tanto que las semillas recalcitrantes son las que no pueden desecarse sin sufrir pérdida de viabilidad, ni tampoco mantenerse a bajas temperaturas sin que sufran daño. Las especies con semillas recalcitrantes deben conservarse por cualquier otro método, en particular mediante colecciones de plantas vivas o mediante el cultivo de tejidos *in vitro* (Cubero, 1999).

Por otra parte, al saber que los riesgos de erosión genética y de pérdida de la variabilidad en los cultivos, disminuyen con la conservación y el manejo apropiado del germoplasma, se ha planteado el objetivo de disponer de los recursos fitogenéticos como fuente de diversidad genética para desarrollar cultivares de alto rendimiento y de mejor calidad. En el presente trabajo se consideró importante organizar a las accesiones

de maíz, haba, frijol y chícharo. Fue necesario regenerar y acondicionar para su conservación y mejor uso, a 100 accesiones de maíz así como complementar con los datos pasaporte al total de accesiones.

Materiales y métodos

Localización

La cámara fría y el cuarto fresco que permitirán la organización de este banco de germoplasma institucional, se localizan en instalaciones del ICAMEX, ubicadas en terrenos del Rancho Guadalupe, en el municipio de Metepec, Estado de México. Las instalaciones indicadas ocupan casi 150 m² del edificio, en el cual se ubican las oficinas del programa estatal de leguminosas comestibles del mismo instituto.

El monitoreo de la viabilidad de las semillas de maíz, haba y chícharo se realizó en las instalaciones de los respectivos programas que también localizadas en esta área.

En las instalaciones del CITT, localizadas en el Rancho El Islote, ubicado en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México, se destinó un lote para efectuar preferentemente la regeneración de las accesiones de maíz. Después, debido a adversidades climatológicas que afectaron al crecimiento y al desarrollo de las plantas, se tuvo la necesidad de sembrar otro lote en instalaciones del Rancho La Paz, también ubicado en el municipio de Villa Guerrero.

Materiales

Respecto al material biológico, se cuenta con germoplasma de maíz de distintas localidades del Estado de México. Asimismo se poseen muestras de semillas de haba, chícharo, frijol común y frijol ayocote, además de otras especies, con lo cual se alcanzan casi 5 000 muestras. También se cuenta con diversos artículos como arpillas, rafia, etiquetas, marcadores de cera, lápices, bolígrafos, tijeras, bolsas de papel de diferentes tamaños, bolsas de papel especial para efectuar las polinizaciones controladas y recipientes de PET de 750 y de 1 000 ml de capacidad. En lo referente al equipo, se posee vernier digital, báscula de precisión, geoposicionador, cámara fotográfica, estadal, cámara de germinación, cámara

de secado de granos y cámara fría para realizar la conservación de las semillas.

Metodología

El monitoreo de la viabilidad de las muestras de las semillas se realizó de acuerdo a la metodología del International Seed Testing Association (ISTA), la cual consiste en realizar pruebas de laboratorio bajo condiciones de temperatura y humedad controlada. Dos muestras, cada una con 100 semillas, fueron colocadas en la cámara de germinación y posteriormente se realizaron conteos de germinación normal, germinación anormal, semillas duras y semillas muertas. Estas actividades se llevaron a cabo principalmente con las especies de leguminosas comestibles, mientras que en el caso del maíz se inspeccionaron 2 000 registros, los cuales se encontraban en el antiguo banco de germoplasma.

Para efectuar la regeneración de muestras de maíz, se estableció una parcela en la cual se destinaron tres surcos por registro. La longitud de los surcos fue de 5 m lineales con una separación de 80 cm entre ellos y de 25 cm entre matas. En el fondo del surco se depositaban manualmente cuatro semillas por golpe de siembra para posteriormente realizar el aclareo. Las plantas del surco central se utilizaron para ejecutar las polinizaciones controladas.

Resultados y discusión

Las cámaras frías instaladas durante los años 2003 y 2005 dentro del banco de germoplasma, así como las condiciones de temperatura y humedad relativa, concuerdan con lo considerado por Pucknet *et al.* (1992) y por Painting *et al.* (1993), para lograr la conservación *ex situ* de colecciones de germoplasma a largo y corto plazo. El germoplasma agrupa un amplio rango de materiales que se pueden conservar *ex situ*: variedades de agricultura tradicional, variedades modernas y variedades obsoletas; líneas avanzadas y líneas mutantes; materiales sintéticos; y plantas transgénicas u otros productos derivados de la aplicación de la biotecnología y de la ingeniería genética (Sildana *et al.*, 2000).

Respecto a los factores ambientales, plagas y enfermedades, los autores antes mencionados, señalan

la importancia que tienen las instalaciones en donde se va a conservar el material. Al tomar esto en cuenta, dentro de la cámara se podrán mantener vivos los recursos, asimismo se podrán preservar sus características genéticas para el beneficio futuro de la humanidad y del ambiente.

Al momento de escribir este informe se ha realizado la inspección física de la semilla de 2 000 registros de maíz y 100 registros de haba, en ambos casos se han retirado semillas quebradas, con daño por insecto y con presencia de enfermedades. En el caso de las accesiones de maíz se ha monitoreado la viabilidad, las cuales no muestran energía de germinación mientras que otras muestran bajos porcentajes de germinación. En el primer caso se buscará un método de regeneración, mientras que con las muestras de muy baja energía se establecieron lotes de regeneración y multiplicación del tamaño de muestra, el cual actualmente es menor a los 300 gr de semilla por muestra.

En relación a las actividades de regeneración para aumentar tamaño de muestra y viabilidad de las semillas en terreno del CITT, Rancho El Islote, ubicado en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México, se estableció un lote con un total de 165 accesiones de maíz, de las cuales solo emergieron 72 accesiones debido a la baja germinación, lo cual correspondió a un 44 % de las accesiones. Para cumplir la meta de 100 accesiones regeneradas se estableció un lote con 66 registros de frijol común y 12 de frijol ayocote; sin embargo, cambios climáticos adversos afectaron las plantas, lo cual disminuyó el tamaño y la calidad de las muestras cosechadas en las tres especies.

Productos entregables

Se realizó la regeneración de 100 accesiones de maíz; se poseen los datos pasaporte de las accesiones en proceso de inspección y de acondicionamiento; y se cuenta con un banco de germoplasma institucional. Las actividades hasta ahora realizadas permitirán efectuar una mejor conservación del germoplasma generado y obtenido a través de los diferentes programas del CITT, lo cual dará oportunidad de contar con un banco de germoplasma institucional mejor organizado que conserve y maneje apropiadamente el germoplasma que se utiliza o es potencialmente útil en los programas de fitomejoramiento.

Conclusiones

Se inspeccionó la calidad física de 2 000 registros de maíz y se supervisó la viabilidad de 1 500 registros, con lo cual se determinó la necesidad de regenerar la viabilidad y de aumentar el tamaño de la muestra para poder formar, en condiciones apropiadas, la colección base y la colección activa de este germoplasma. Los frascos correspondientes se mantienen al interior de la cámara fría.

Se acondicionó la semilla de 100 registros de haba, con lo cual se integró la colección correspondiente para realizar su conservación en la cámara fría del banco de germoplasma del ICAMEX. Se efectuó la regeneración y el aumento del tamaño de muestra de diversos materiales: 35 de maíz, 26 de frijol común y cinco de frijol ayocote. Las acciones realizadas permiten la conservación *ex situ* del germoplasma. Dicho tipo de conservación representa una herramienta útil para disminuir los riesgos de erosión genética, con lo cual se acepta la hipótesis planteada en este trabajo.

Finalmente, aun cuando el avance es lento, se ha cumplido con las metas de regeneración de germoplasma, el cual después de acondicionarlo se integrará para su conservación en condiciones de temperatura y humedad controladas en las instalaciones del banco de germoplasma institucional. En las instalaciones del banco también se han llevado a cabo acciones de mantenimiento en los equipos de refrigeración y en los espacios remodelados, lo que mejora las condiciones de las áreas que integran a los centros de conservación creados por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI).

Bibliografía

- Engels, J. M. M. y L. Visser. 2003. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para bancos de germoplasma núm. 6 Biodiversity International. Roma, Italia.
- FAO. 1996. Plan de acción mundial para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, aprobada por la cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Genéticos. Leipzig, Alemania. 64 p.

- Jaramillo, S. y M. Baena. 2000. Material de apoyo a la capacitación conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. IPGRI. Cali, Colombia. 209 p.
- Painting, K. A., M. C. Perry, R. A. Denning y W. G. Ayad. 1993. Guía para la documentación de recursos genéticos. IBPGR. 332 p.
- Painting, K. A. 1996. Introducción a la colecta de germoplasma. Versión 1. 3. Adaptación al español: Baena, M. IPGRI. Grupo Américas.
- Plucknett, D. L., J. T. Williams, N. J. R. Smith y N. Murthi A. 1992. Los bancos genéticos y la alimentación mundial. IICA. CIAT. San José de Costa Rica. 260 p.
- Rao, N. K., J. Hanson, M. E. Dullloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para bancos de germoplasma núm. 8. Biodiversity International. Roma, Italia. 165 p.

Frutales

Evaluación, validación, manejo y uso de los recursos genéticos del aguacate

María de la Cruz Espíndola Barquera¹, Bernardo Bernal Valenzo², Alejandro Facundo Barrientos Priego³, Eduardo Campos Rojas⁴, Juan Ayala Arreola⁵, Esteban Escamilla Prado⁶, José Domingo Robledo Martínez⁷ y Elena Heredia García⁸.

¹Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C. Correo electrónico: mespindolab@gmail. ²Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C. Correo electrónico: valenzo1916@gmail.com. ³Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: abarrientos@gmail.com. ⁴Grupo Interdisciplinario *Sechium edule* en México A. C. Correo electrónico: educamro@yahoo.com.mx. ⁵Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: ayala67755@hotmail.com. ⁶Universidad Autónoma Chapingo. CRUO. Correo electrónico: espreschoca@yahoo.com.mx. ⁷Universidad Autónoma Chapingo. CRUO. Correo electrónico: sistemacafe@yahoo.com. ⁸INIFAP. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental del Bajío. Correo electrónico: elena_herediag@yahoo.com.mx.

Resumen

A nueve años de la creación de la Red Aguacate, se ha logrado la integración de 20 colaboradores pertenecientes a nueve distintas instituciones, entre las que se incluyen universidades públicas y centros e institutos de investigación, privados y públicos, así como el Consejo Nacional de Productores de Aguacate, a través del Sistema Producto Aguacate. Las instituciones que participaron en las actividades del proyecto fueron: la Universidad Autónoma Chapingo (UACH); el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío; y la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C. Tales actividades se desarrollaron en las localidades de San José Neria, Tepexilotla y Chocamán, ubicadas en el municipio de Chocamán, Veracruz; en la localidad de Chapingo, en el municipio de Texcoco, y en la localidad de Zacanguillo, en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México; y en el municipio de Celaya, Guanajuato.

Las áreas estratégicas que se desarrollaron fueron las siguientes: conservación *in situ*; conservación *ex situ*; uso y potenciación; y creación de capacidades. En lo que respecta a las líneas de acción trabajadas, se realizó la asistencia en catástrofes; la regeneración y la recolección; la caracterización y mejoramiento genético; y la promoción de redes, respectivamente. En relación con el área de conservación *in situ* de *Persea schiedeana*, se contó con la participación de 40 productores de café del municipio de Chocamán, Veracruz, quienes también participaron en la propagación, el mantenimiento y el aprovechamiento de dicha especie. Se colectaron 53 accesiones de *P. schiedeana*, procedentes de 10 municipios cafetaleros de la región Las Montañas, del estado de Veracruz. En el banco comunitario de Coatepec Harinas y de Celaya se conservaron 610 y 500 accesiones de aguacate y de especies afines, respectivamente, posteriormente se les proporcionó el mantenimiento correspondiente. Se realizaron 132 recolectas de aguacate y de especies afines en los siguientes estados: Guerrero, Estado de México, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán. De estas recolectas se entregaron 37 accesiones, con tres réplicas, al Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes-Clima Subtropical (SEMRESUB), ubicado en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México. No se identificaron portainjertos sobresalientes que soporten condiciones de agobio debido a que se requiere de dos años para su propagación clonal y para su respectiva evaluación. Las actividades que los integrantes de la red desarrollaron se difundieron en las reuniones de la misma y a través de las siguientes actividades: una feria, un taller y una plática a productores del estado de Oaxaca.

Introducción

México es uno de los países que posee una extensa diversidad en cuanto a los distintos tipos de aguacate se refiere. En el país existen al menos 20 especies diferentes emparentadas con *Persea americana* (Barrientos y López, 2000). Lo anterior ya era conocido por las culturas antiguas, muestra de ello se encuentra plasmado en el Códice Florentino, donde se mencionan los tres tipos de aguacate: *aoacatl*, *tlacacolaocatl* y *quילוacatl*.

De acuerdo a su descripción, *aoacatl* podría tratarse de la especie conocida como raza mexicana; *tlacacolaocatl*, la raza antillana; y *quילוacatl* la raza guatemalteca (Barrientos y López, 2000).

La conservación y el estudio del germoplasma del género *Persea* se debe llevar a cabo debido a que el cultivo de este está expuesto a varios factores bióticos y abióticos que lo amenazan, razón por la cual la industria aguacatera tiene que estar preparada ante cualquier contingencia. Lo antes mencionado es importante para mantener la industria del aguacate, así como su futuro en México y a nivel mundial.

Se ha reportado que en el caso del género *Persea* y de sus especies relacionadas, las principales causas de la pérdida de sus recursos genéticos en México son: la destrucción de los bosques debido a la apertura de nuevas áreas para realizar actividades de agricultura y de ganadería; el sobrepastoreo de los agostaderos; los incendios forestales; el desarrollo de las áreas urbanas; el uso de la madera; y la injertación con otras variedades (Sánchez, 1999). La creciente preocupación por el deterioro de los recursos fitogenéticos en México, y en particular la acelerada destrucción de los hábitats naturales del género *Persea* y de especies afines, ha conducido a buscar alternativas para su conservación. En este sentido, la tradición de cultivar café bajo la sombra de diversos árboles en la mayoría de las regiones cafetaleras del país, representa una oportunidad para realizar la conservación *in situ* de estos valiosos recursos genéticos, como es el caso de *P. schiedena* (Escamilla y Díaz, 2002).

Actualmente se están erradicando los árboles criollos en diferentes zonas productoras de aguacate, debido a que se conoce que son hospederos de

barrenadores de huesos y de ramas. Con dicha acción lo que se produce es el deterioro el germoplasma existente en esas zonas, el cual es muy extenso en el caso de la raza mexicana. Otra situación que reduce la existencia de los árboles criollos y de las poblaciones naturales de aguacate, es la introducción de *Phytophthora cinnamomi* Rands, agente patógeno al cual el aguacate es muy susceptible (Anderson, 1950). Dicho patógeno se ha detectado en relictos de vegetación natural, como en el caso del municipio de Huatusco, Veracruz, donde crece el aguacate y algunas especies afines (Violi *et al.*, 2006).

En los últimos años, el cultivo de aguacate ha adquirido gran auge entre los productores del país, lo que ha ocasionado su introducción en zonas no aptas para su producción ya que estos sitios presentan características adversas, como la reducida disponibilidad de agua y poca accesibilidad a la huerta, así como condiciones climáticas no idóneas en cuanto a temperatura, luminosidad, precipitación y altitud, entre otras.

Debido a este panorama, es importante reconocer los portainjertos que sean aptos para condiciones adversas al suelo y al mismo tiempo eficientes respecto al uso del agua. Además se deben identificar variedades o selecciones, entre las accesiones que se encuentran resguardadas en los bancos de germoplasma, para su empleo en otras opciones de mercado, tales como la industria del aceite y del guacamole; la producción de semilla; y la promoción de propiedades nutraceuticas, etcétera.

Las acciones de promoción, colecta, conservación, evaluación, potenciación y aprovechamiento de los recursos genéticos han sido posibles debido a la acción conjunta de la Red Aguacate.

Materiales y métodos

Las actividades que se desarrollaron en el proyecto estuvieron integradas en las siguientes áreas estratégicas y líneas de acción: conservación *in situ*, asistencia en catástrofes; conservación *ex situ*, regeneración y recolección; uso y potenciación, caracterización y mejoramiento genético; y creación de capacidades, promoción de redes.

Tales actividades se realizaron en las localidades de San José Neria, Tepexilotla y Chocamán, pertenecientes al municipio de Chocamán, Veracruz; en la localidad de Chapingo, en el municipio de Texcoco, y en la localidad de Zacanguillo, en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México; y en el municipio de Celaya, Guanajuato.

La recolección de las accesiones se llevó a cabo en los siguientes estados: Guerrero, Estado de México, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán. La caracterización de las accesiones colectadas y en resguardo se realizó de acuerdo al *Manual gráfico para la descripción varietal de aguacate* (Barrientos et al., 2010). Se integró la información de las accesiones resguardadas en los bancos de germoplasma y de las recolecciones efectuadas de acuerdo a la base de datos pasaporte GERMOCALLI.

Resultados y discusión

Reproducción de la raza criolla chinene en cuatro viveros y establecimiento en cafetales de Huatusco, Veracruz.

En lo que respecta a este subproyecto, en el año 2011 se establecieron plantas de chinene en las huertas de café de 40 productores, quienes en el año 2012 proporcionaron el mantenimiento y la conservación a un total de 260 plantas. Los resultados mostraron que se perdió un 20 % de las plantas establecidas durante el año 2011. En el año 2012 se establecieron más de mil plantas de chinene en los cuatro viveros.

Los productores cooperantes pertenecen a las siguientes asociaciones: Cafeteros de la Noria Sociedad Cooperativa de R. L.; Cafetos de Neria, S. C. de R. L.; Sociedad de Solidaridad Social Catuai Amarillo; y Tepexilotla. Con el fin de dar seguimiento al desarrollo de las plantas establecidas, se elaboraron sus fichas técnicas, las cuales contienen la información del productor y los datos de la planta, tales como la edad, el diámetro del tallo y la altura; su localización geográfica; y las plagas y las enfermedades que afectan al árbol, entre otras.

Se recolectaron 53 accesiones de chinene, pertenecientes a la región de Las Montañas, del estado de Veracruz, las cuales fueron propagadas por semilla y estarán disponibles en el año 2013 para su establecimiento en los cafetales de los productores cooperantes. Asimismo se propagaron por medio de injerto 240 plantas de chinene. Los municipios de Chocamán e Ixhuatlán del Café, del estado de Veracruz, fueron los que aportaron el mayor número de colectas, 12 accesiones por cada municipio.

Banco comunitario de aguacate ubicado en Coatepec Harinas, Estado de México.

Se proporcionó el mantenimiento y la conservación a 850 genotipos, que corresponden a 610 accesiones de aguacate y de especies afines. También se realizó el incremento de la réplica de las accesiones.

Banco comunitario de aguacate ubicado en Celaya, Guanajuato.

Se realizó el mantenimiento y el resguardo de 500 accesiones de aguacate y de especies afines. Además se efectuó el incremento de réplicas y se propagaron seis accesiones sobresalientes para difundirlas entre los productores.

Validación de los recursos genéticos de aguacate

En lo referente a esta actividad, se comprometió la colecta de 50 accesiones; sin embargo, se superó esta meta y se recolectaron 132 accesiones de aguacate provenientes de los siguientes estados de la república mexicana: 39 accesiones de Oaxaca, 30 accesiones de Nayarit, 18 accesiones de Quintana Roo, 18 accesiones de Veracruz, 10 accesiones de Tlaxcala, 9 accesiones del Estado de México, 5 accesiones de Puebla, una accesión de Guerrero, una accesión de San Luis Potosí y una accesión de Yucatán.

Con la recolecta de *P. americana* Mill., *Persea anay*, *P. schiedeana*, *Persea chamisonii*, *Persea liebmannii* y *Persea* spp., la cual se incorporará a los bancos de germoplasma, se incrementará la variabilidad y la diversidad de aguacate y se contribuirá a la reducción

de la pérdida de genotipos, debido al rescate que se llevó a cabo en este proyecto. Se entregaron 37 accesiones al SEMRESUB, ubicado en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México.

Evaluación morfológica de la diversidad y resguardo de accesiones de *P. schiedeana*

Se llevó a cabo la caracterización de 40 accesiones; no obstante, la caracterización no se completó en el caso de algunas accesiones debido al ciclo del cultivo, ya que estas no se encuentran aún en etapa reproductiva, por lo que se complementará la información para el año 2013. Se proporcionó mantenimiento a las accesiones de *P. schiedeana* de acuerdo a las necesidades de los árboles.

Identificación de material sobresaliente

De acuerdo con esta actividad se obtuvieron varetas correspondientes a 11 materiales colectados en el Centro Regional Oriente (CRUO), de la UACH, ubicado en el municipio de Huatusco, Veracruz, donde a la fecha se ha observado que existen individuos que presentan resistencia a *Phytophthora cinnamomi* y *Phytophthora citricola*. Tales condiciones han existido por más de 10 años. Además se obtuvieron cinco materiales provenientes de la localidad El Testero, situada en el municipio de Xalisco, estado de Nayarit; sin embargo, los injertos no tuvieron buen prendimiento, por lo que se colectarán nuevamente durante el año 2013 para continuar con su evaluación.

Se propagaron clonalmente tres genotipos: *Duke-7*, *Derrumbe 92* y *Day*, de los cuales se cuenta con un mínimo de 10 plantas por genotipo. También se cuenta con ocho materiales provenientes de la cruce *Duke* x *Day*, los cuales se encuentran en desarrollo. Una vez que los injertos alcancen la altura de 30 cm, se les cortará el ápice y se procederá a su clonación. Hasta el mes de noviembre del año 2012 se contaba con los clones de *Duke-7*, *Derrumbe 92* y *Day*, creciendo en macetas, las cuales contienen suelo agrícola proveniente de parcelas infectadas con la enfermedad *tristeza del aguacatero*, procedentes del estado de Michoacán.

El proceso para la obtención de una planta clonal se efectúa en un periodo de 10 meses, por lo que no

se ha concluido con la evaluación de los materiales y aún no se han identificado materiales sobresalientes a condiciones de agobio; sin embargo, entre los materiales en evaluación y los que se evaluarán, se cuenta con algunos que presentan cierto potencial, ya que se tienen antecedentes de materiales tolerantes o resistentes a la enfermedad *tristeza del aguacatero*.

Programa de mejoramiento a corto y largo plazo

El fortalecimiento de la Red Aguacate se llevó a cabo mediante la difusión de las actividades de la red, en reuniones con los integrantes y productores; así como con la asistencia al «Taller intersecretarial sobre la investigación en bioseguridad y desarrollo en biotecnología», organizado por la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). También se participó en la Primer Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos, organizada por el SINAREFI.

Productos entregables

Validación de semillas y varetas de *P. schiedeana* del ciclo de producción 2011, en el municipio de Chocamán, Veracruz.

Instalación, mantenimiento y aprovechamiento de la planta de *P. schiedeana* en cuatro viveros del municipio de Chocamán, Veracruz. Dos ubicados en la localidad de Chocamán, uno en la comunidad de San José Neria y otro en la localidad de Tepexilotla.

Establecimiento de la planta de chinene en los cafetales de los productores colaboradores y en el Banco de Frutales del CRUO, situado en el municipio de Huatusco, Veracruz.

Participación de 40 productores interesados en el rescate de los materiales.

Ficha de los productores participantes y del cultivo.

Banco comunitario de Coatepec Harinas, Estado de México, y banco comunitario de Celaya, Guanajuato.

Base de datos pasaporte de las
1 100 accesiones en resguardo.

Base de datos pasaporte de las recolectas.

Transferencia de duplicados a los
centros de conservación del SINAREFI.

Documento con los resultados
de evaluación morfológica.

Base de datos pasaporte de las
accesiones caracterizadas.

Genotipos sobresalientes a condiciones
de agobio y la base de datos pasaporte
correspondiente.

Base de datos de evaluación.

Plan estratégico del mejoramiento
participativo.

Indicadores de impacto

En lo que respecta a la conservación de chinene y de especies del género *Persea*, se contó con la participación de 40 productores, quienes están distribuidos en tres organizaciones de productores de café y en una comunidad del municipio de Chocamán, Veracruz.

Existen cuatro viveros que cuentan con experiencia en la propagación por semilla e injertos de chinene y de especies del género *Persea*.

Se llevó a cabo el establecimiento y la evaluación de más de 200 árboles de chinene y de especies del género *Persea* en diversos cafetales del municipio de Chocamán, Veracruz.

Se establecieron más de 20 colectas de chinene y de especies del género *Persea* en el Banco de Frutales del CRUO, ubicado en el municipio de Huatusco, Veracruz.

Se elaboraron las fichas de los productores colaboradores y las fichas del desarrollo, así como el mantenimiento de las plantas de chinene establecidas en los cafetales.

Se realizó el mantenimiento de 1 100 accesiones, las cuales garantizan la disponibilidad de materiales de aguacate para realizar diversos trabajos de investigación, asimismo, con la base de datos GERMOCALLI, se cuenta con la información necesaria para realizar las recolectas de algunas accesiones y con ello reducir la pérdida de material.

Se llevó a cabo la colecta de 132 accesiones que incrementarán la variabilidad y la diversidad de aguacate y de especies afines, las cuales estarán disponibles para futuros trabajos de investigación, asimismo, con la transferencia de 37 accesiones al SEMRE-SUB, ubicado en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México, se garantiza su conservación, mantenimiento y disponibilidad.

Se cuenta con la información disponible acerca de la caracterización morfológica de 40 accesiones, para proporcionar material de acuerdo a los requerimientos y al interés que se presente sobre alguna accepción y poder realizar diversos trabajos de investigación por parte de los integrantes de la Red Aguacate.

Con la selección preliminar de accesiones sobresalientes a condiciones de agobio, se dispondrá de materiales para ser sometidos a huertas comerciales de aguacate que presenten problemas con la enfermedad *tristeza del aguacatero* y de este modo determinar si resisten las cantidades de inóculos presentes.

Se generó información acerca de la propagación clonal de aguacate, la cual será de utilidad para los productores y viveristas que pretendan incorporarse a producir plantas con base en la clonación, con lo que se beneficiaría la producción de aguacate, al propagar portainjertos homogéneos.

Con la elaboración del plan estratégico, se tiene un programa de actividades priorizadas las cuales se desarrollarán en los próximos años para avanzar en la solución de problemas y promover la conservación y el uso sustentable de los recursos genéticos del aguacate y de especies afines.

Conclusiones

Las actividades realizadas en los cuatro viveros comunitarios del municipio de Chocamán, Veracruz,

han permitido la participación de 40 productores de café, quienes se encuentran comprometidos con la conservación *in situ* de *P. schiedeana*.

En los bancos comunitarios de Coatepec Harinas y de Celaya, se les proporcionó mantenimiento y conservación a 1 100 accesiones de aguacate y de especies afines. Se colectaron 132 accesiones de aguacate y de especies afines en 10 estados de la república mexicana.

No se identificaron portainjertos sobresalientes a condiciones de agobio, debido a que la propagación clonal de las plantas conlleva un periodo de 10 meses en su preparación, por lo que aún se encuentran en evaluación. Se difundieron las actividades de la Red Aguacate a través de reuniones, ferias y pláticas.

Bibliografía

- Anderson, E. 1950. Variation in avocado at the Rodiles plantation. *Ceiba* 1: 50-55.
- Barrientos P., A. F., J. C. Reyes A., y J. J. Aguilar M. 2010. Manual gráfico para la descripción varietal de aguacate; Graphic Handbook for the Description of Avocado Varieties. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp 136.
- Barrientos P., A. F., y L. López L. 2000. Historia y genética del aguacate. *In: El aguacate y su manejo integrado*. D. Téliz, H. González, J. Rodríguez y R. Dromundo (eds.). Mundi-Prensa. México. pp. 19-31.
- Escamilla P., E. y S. Díaz C. 2002. Sistemas de cultivo de café en México. Universidad Autónoma Chapingo. CRUO. Fundación Produce Veracruz A. C. Huatusco, Veracruz. México. pp 64.
- Sánchez P., J. L. 1999. Recursos genéticos de aguacate (*Persea americana* Mill.) y especies afines en México. *In: Revista Chapingo Serie Horticultura*. Universidad Autónoma Chapingo México. 5: 7-18.
- Violi, H. A., A. F. Barrientos P., E. Escamilla P., R. C. Ploetz, C. Lovatt and J. A. Menge. 2006. *Persea* survival and growth in Veracruz, Mexico in areas invaded by *Phytophthora cinnamomi* and *P. citricola*. *In: Botany 2006 Conference*. American Society of Botany. California State University – Chico. July 28-August 2, 2006. pp. 712.

Caracterización, uso y conservación de los recursos fitogenéticos de la familia *Annonaceae*

Luis Martín Hernández Fuentes¹, César May Lara², Jorge Andrés Agustín³, María de la Cruz Espíndola Barquera⁴, Álvaro Castañeda Vildozola⁵ y Gustavo Adolfo Ballesteros Patrón⁶.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Correo electrónico: hernandez.luismartin@inifap.gob.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Sureste. Campo Experimental Mocochá. Correo electrónico: may.cesar@inifap.gob.mx. ³Universidad Autónoma Chapingo. CRUCO. Correo electrónico: aajorge2000@yahoo.com.mx. ⁴Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C. Correo electrónico: mespindolab@gmail.com. ⁵Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: acastanedav@uaemex.mx. ⁶Instituto Tecnológico Agropecuario. Centro de Investigación y Estudios Avanzados CINVESTAV. Correo electrónico: fitogeneticos@gmail.com.

Resumen

El proyecto de la Red Anonáceas se desarrolló con la participación de seis investigadores de diversas instituciones. Se caracterizaron 26 de las 84 accesiones de chirimoya (*Annona cherimolla*), las cuales se encuentran en conservación *ex situ* dentro de la colección de trabajo de chirimoya. Se trabajó en la caracterización morfológica *in situ* de 11 materiales en dos municipios del Estado de México. En el estado de Nayarit se colectaron y se caracterizaron seis accesiones de la especie *Annona muricata*, como nueva especie que se incluirá en los trabajos desarrollados por la Red Anonáceas. Se entregó un duplicado de las accesiones al Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes-Clima Tropical (SEMRETRO), ubicado en el estado de Chiapas. Se trabajó también en la caracterización y en la conservación de 100 accesiones de la especie *A. diversifolia* Saff. (ilamas), en el Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano. Como estrategia para el uso y potenciación de los recursos genéticos de las anonáceas, se planteó un mejoramiento participativo, en el cual se involucren a los usuarios productores de las comunidades. Con dicha estrategia se pueden conservar y aprovechar comercialmente las especies con características agronómicas sobresalientes, ya sea mediante el establecimiento de huertos en zonas extensivas y de traspato o mediante el mantenimiento de especies silvestres en terrenos con alto riesgo de erosión.

Introducción

A nivel mundial la familia *Annonaceae* comprende alrededor de 130 géneros y 2 300 especies (APG, 1998). Los géneros *Annona*, *Asimina*, *Rollinia* y *Uvaria* son los que producen frutos comestibles. En México existen 14 géneros y 63 especies de la familia *Annonaceae*. El género *Annona* comprende aproximadamente 110 especies, la mayoría con hábitos de crecimiento de árboles y arbustos neotropicales y afrotropicales. En México, las especies del género *Annona* de mayor importancia económica son: anona colorada (*Annona reticulata* L.), atemoya (*A. squamosa* x *A. cherimola*), chincuya (*A. purpurea* L.), chirimoya (*A. cherimola* Mill.), guanábana (*A. muricata* L.), ilama (*A. diversifolia* Saff.) y saramuyo (*A. squamosa* L.).

En la familia *Annonaceae* hay especies con potencial comercial y de mejoramiento genético, en donde las selecciones actuales y los materiales cultivados representan una alternativa para producir y cultivar de manera extensiva en México, particularmente en aquellas áreas donde algunos cultivos tradicionales han dejado de ser una opción rentable y sustentable. En el presente proyecto se realizaron actividades de colecta, caracterización y conservación, asimismo se diseñó una estrategia de mejoramiento y aprovechamiento participativo, en la cual se involucra a los agricultores, quienes son los actores del eslabón primario en el sistema de producción.

Materiales y métodos

Las especies con las que se trabajaron fueron: chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), guanábana (*A. muricata*), ilama (*A. diversifolia* Saff.) y saramuyo (*A. squamosa* L.). Las colectas se realizaron en los estados de Chiapas, Guerrero, Estado de México, Michoacán, Nayarit y Yucatán. Se utilizaron los descriptores de la Biodiversity International (2008) del International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).

Para coleccionar primeramente se tomaron los datos de ubicación geográfica con un geoposicionador, asimismo los datos básicos de información pasaporte y datos complementarios del sitio por ejemplo; ejido, propietario, nombre común de la especie, edad, uso y manejo del huerto. Posteriormente, los frutos y las partes vegetativas colectadas se trasladaron a los laboratorios de cada investigador participante, para realizar las correspondientes caracterizaciones morfológicas, lo cual permitió realizar diversas mediciones de caracteres morfológicos de frutos, semillas, flores, hojas y tallos, entre otros. En algunos casos se describieron propiedades fisicoquímicas como sólidos solubles, pH, índice de acidez, color de pulpa, número de semillas y daños por enfermedades e insectos. Los datos pasaporte de cada accesión se incluyeron en el formato del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI).

Resultados y discusión

Se colectaron y se caracterizaron 26 accesiones de la especie *A. cherimolla*, a las cuales se les da cuidado de mantenimiento y de reproducción para poder realizar estudios posteriores. Se llevaron a cabo actividades de conservación en la colección de trabajo de la especie *A. cherimolla*, ubicada en el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuicola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) y en la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C. (CICTAMEX). Dado que los materiales conservados *in situ* y *ex situ* están sujetos a daños por factores físicos, como el clima, y a factores bióticos, como plagas y enfermedades, es necesario realizar prácticas de manejo y conservación para evitar la pérdida de estos materiales. Con esto se tienen 65 accesiones caracterizadas morfológicamente de las 84 conservadas.

Por primera vez en la Red Anonáceas se reporta la caracterización de seis fenotipos de la especie *A. muricata*, ubicados en el estado de Nayarit, a los cuales se les dará seguimiento en un proyecto de continuación para realizar estudios más avanzados de caracterización. La selección de los materiales estuvo basada principalmente en características fisicoquímicas de los frutos, se consideró tamaño, peso, contenido de pulpa y fibra, número de semillas por fruto y daños por barrenadores, entre otros. Destacaron los fenotipos TR y T1V1 con las siguientes características:

Material TR

Peso de fruto: 2.5 kg en promedio.

Contenido (mL) y peso (kg) de jugo: los frutos presentaron en promedio 1.05 L de jugo y 1.03 kg. Contenido importante de jugo si se considera un material con fines de consumo para la industria.

Grados Brix: aunque presentó menor contenido de azúcares que otras selecciones (12.4 grados Brix), por sus características de tamaño, peso y contenido de jugo, sería relevante realizar mayores observaciones de este fenotipo.

Semillas por fruto: fue el material que presentó mayor número de semillas por fruto (232.4), posiblemente esta característica le proporcione mayores dimensiones al fruto (Figura 1).



Figura 1. Colecta sobresaliente de la especie *Annona muricata*. Accesión TR.

Material T1V1:

Peso de pulpa: este material presentó, en segundo lugar, el mayor peso de pulpa con y sin semilla, 698.3 kg y 655.1 kg, respectivamente. Con este peso promedio, T1V1 es un fenotipo a considerar para su selección y mejoramiento en estudios posteriores.

Peso de fibra: se ubicó en segundo lugar, después del material TR, con 298.7 g por fruto.

Grados Brix: en el contenido de azúcares se ubicó en cuarto lugar de entre los materiales seleccionados; aunque el tamaño de muestra es bajo, presenta características físico-químicas que merecen ser consideradas en estudios de caracterización posteriores. Este material se mantendrá en observación y se colectarán frutos para tener mayor representatividad.

Semillas infestadas: la infestación de semillas por el gusano barrenador se presentó ligeramente alta en este material (23.02 %), por lo cual se ubicó en tercer lugar con mayor porcentaje de semillas dañadas. Esta característica se debe tomar en cuenta, ya que en cuestión de plagas el gusano barrenador es la más dañino y perjudicial.

También se caracterizaron 11 materiales de chirimoya en las localidades de San Andrés de los Gama y de Real de Arriba, ubicadas en el municipio de Temascaltepec, Estado de México. Entre los principales resultados se encuentran los frutos de tamaño mediano a pequeños, cuyo número osciló entre 170 y 600. En la proporción de los componentes del fruto (cáscara, pulpa y semillas), la pulpa representó entre 64 y 68 % y las semillas presentaron un alto índice, lo cual lo descarta para ser seleccionado con fines de calidad de fruto para consumo en fresco; no obstante, puede tener utilidad como portainjertos. En el caso de viverismo se requiere una gran cantidad de semillas.

Nueve accesiones de chirimoya presentaron sólidos solubles superiores a los 20 grados Brix, por lo cual son materiales con sabor agradable; sin embargo, la cantidad de semillas reduce su calidad.

Se tienen en mantenimiento 100 accesiones de ilama, de las cuales se han identificado 24 materiales promisorios para la producción.

Finalmente se elaboró una propuesta para el mejoramiento y el uso de las anonáceas, en donde se puede involucrar a los actores de la cadena productiva: los agricultores.

Productos entregables e indicadores de impacto

Se entregaron bases de datos y croquis de las colecciones de trabajo de ilama y de chirimoya.

Se tienen bases de datos de evaluación y caracterización de seis genotipos de guanábana y 11 genotipos de chirimoya.

Se cuenta con seis accesiones en el SEMRETRO, ubicado en el estado de Chiapas.

Existe la propuesta de mejoramiento y uso de las anonáceas, en donde se puede involucrar a los agricultores.

Conclusiones

Se caracterizaron y se mantuvieron 26 accesiones de chirimoya, de la colección de trabajo, lo cual sumó 65 de las 84 accesiones establecidas.

Se caracterizaron seis fenotipos de la especie *A. Muricata*, ubicados en el estado de Nayarit.

Se diseñó una estrategia y un esquema de mejoramiento y uso participativo de las anonáceas.

Se coordinó la Red Anonáceas y se realizaron dos reuniones de trabajo con los integrantes de la misma.

Bibliografía

- APG. 1998. An Ordinal Classification for the Families of Flowering Plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85: 531-553.
- Bioversity International and CHERLA. 2008. Descriptors for Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). Bioversity International. Rome, Italy. CHERLA Project, Malaga, Spain. pp. 58.

Evaluación de cacao criollo mexicano (*Theobroma cacao* L.) para su uso y manejo

Carlos Hugo Avendaño Arrazate¹, Alexander Mendoza López² y Elizabeth Hernández Gómez³.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Correo electrónico: avendano.carlos@inifap.gob.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Correo electrónico: mendoza.alexander@inifap.gob.mx. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa.

Resumen

Las principales acciones para promover el rescate, la conservación y la investigación del cacao en México, se realizan mediante el mejoramiento participativo para desarrollar la resistencia a enfermedades como la moniliasis, la cual ha mermado considerablemente el rendimiento en las zonas cacaoteras de México y del mundo, además de que es una amenaza considerable para la diversidad genética del cacao mexicano, el cual se caracteriza por ser de buena calidad. Actualmente también se realizan actividades de conservación y de rescate de especies afines subutilizadas del género *Theobroma*, como es el caso del pataxte (*Theobroma bicolor*), el cual se encuentra ampliamente distribuido en las zonas cacaoteras de México. En el presente documento se muestran los resultados de dichas actividades.

Introducción

El cacao se originó en la región amazónica, en la cuenca alta del río Amazonas, y se extendió desde Sudamérica hasta México. Esta región que posee amplia diversidad de ecosistemas, ha favorecido el desarrollo de la agricultura y es el lugar donde se inició, desarrolló y perfeccionó la producción del cacao. En el mundo se producen anualmente 3.3 millones de toneladas de grano de cacao; sin embargo, actualmente dicha producción se encuentra amenazada principalmente en los países del continente americano debido a la enfermedad conocida como moniliasis, la cual es causada por el hongo *Moniliophthora roreri*. Tal enfermedad ha sido descrita por numerosos investigadores como la más severa en las plantaciones de este grano y es considerada como la más destructiva del cultivo en América Latina. Además de la moniliasis, la producción de cacao tiene problemas relacionados con la edad avanzada de las plantaciones y de los productores; la reconversión productiva; y las malas prácticas del beneficiado del grano. Debido a lo anterior, mediante la participación directa de los productores y con la metodología de mejoramiento participativo, se realiza la selección de materiales promisorios en cuanto a rendimiento

y a tolerancia a la moniliasis. También se promueve el rescate, la conservación y la utilización de especies afines subutilizadas del género *Theobroma*, las cuales poseen un alto valor comercial poco explorado, como es el caso del pataxte (*T. bicolor* L.).

Materiales y métodos

La evaluación en campo de la enfermedad moniliasis, se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Phillips-Mora *et al.* (2005, 2006). Las inoculaciones artificiales en mazorcas se realizaron durante todo el año. En el caso de la selección de árboles con características de cacao criollo, se consideraron criterios como el color de la semilla (blanca) y la forma del fruto. Tal selección se llevó a cabo en el municipio de San Bartolomé Loxicha, en el estado de Oaxaca. Con respecto a la colecta de pataxte, la metodología consistió en realizar recorridos dirigidos a diferentes localidades en algunos municipios de los estados de Chiapas, Tabasco y Oaxaca, para coleccionar frutos y varetas de pataxte. Los frutos solo se coleccionaron cuando no se contaba con ellos. Se coleccionaron varetas portayemas para inyectarlas posteriormente

en patrones previamente preparados. Se injertaron al menos diez individuos para cada accesión. Una vez que las yemas prendieron o la planta germinada a partir de la semilla estuvo lista para ser trasplantada, se incorporaron al Centro Nacional de Conservación de Frutales Recalcitrantes.

Resultados

Mejoramiento participativo en cacao

El proyecto se realizó con productores de cacao de la localidad de Cantón el Vado, del municipio de Tuzantán; y del ejido Hidalgo, del municipio de Tapachula, ambos situados en el estado de Chiapas, al igual que con pobladores del municipio de San Bartolomé Loxicha, del estado de Oaxaca, quienes poseen plantaciones de cacao en sus parcelas. Actualmente, participan más de diez productores de los estados de Chiapas y Oaxaca. Con respecto a la evaluación de la enfermedad, se supervisaron los árboles seleccionados previamente con la finalidad de detectar la presencia de moniliasis en las mazorcas. Se cuantificó el número de mazorcas sanas y el número de mazorcas enfermas para determinar el porcentaje de cada una de ellas. Posteriormente se realizó otra selección de árboles y los que presentaron menos mazorcas enfermas se sometieron a la inoculación artificial en campo para corroborar la tolerancia a la enfermedad. Lo anterior se llevó a cabo utilizando la metodología propuesta por Phillips-Mora *et al.* (2005).

En los árboles seleccionados se llevó a cabo la inoculación artificial de *Moniliophthora roreri*, el hongo causante de la enfermedad de la moniliasis. Lo anterior se realizó con el objetivo de corroborar la tolerancia a la enfermedad en los árboles previamente seleccionados y así descartar el efecto del ambiente. Para efectuar la inoculación se realizó el aislamiento del hongo mediante cultivo *in vitro*, con la finalidad de incrementar el inóculo y posteriormente intensificar la inoculación artificial en campo (Cuadros 1 y 2). Se detectaron al menos tres árboles con alguna de las siguientes características: alto rendimiento, calidad y cierto grado de tolerancia a la moniliasis (clon RDD-1, clon SGP-01, clon SGP-05 y Loxicha-1) (Figura 1).

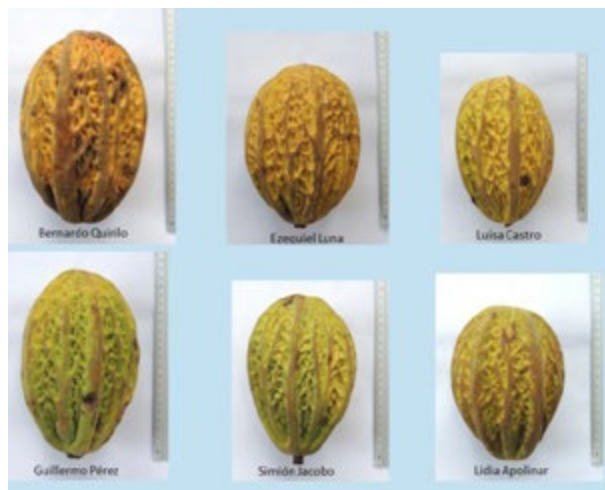


Figura 1. Fruto del clon RDD-1 inoculado artificialmente y fruto sin la enfermedad después de la evaluación

Rescate y documentación del uso del pataxte en México

Se lograron coleccionar 10 accesiones de pataxte, de las cuales se cuenta con tres colectas del estado de Chiapas, una colecta del estado de Tabasco y seis colectas del estado de Oaxaca (Figura 2). Cabe mencionar que en el estado de Tabasco la cantidad de individuos identificados y localizados fue menor que en los otros dos estados. En el estado de Oaxaca se observó una perspectiva diferente en las personas que resguardan esta especie, ya que el consumo de *T. bicolor* se ha preservado y forma parte de la cultura y de la tradición de la región. En esta entidad existe un mercado regional que abastece de grano seco a la población, para elaborar bebidas y golosinas, principalmente en los meses de octubre y noviembre. El precio de pataxte por kilogramo oscila entre \$ 70 y \$ 120.00 pesos a la venta, la cual se realiza en grano seco, por lo que es necesario extraer las semillas del fruto fresco, dejarlas reposar durante un período de cinco a siete días, para posteriormente lavarlas y secarlas al sol por cinco días más. Además, en el estado de Oaxaca se observa un aumento en el número de productores de pataxte; sin embargo las personas que poseen estos materiales son de muy bajos recursos y la actividad que están realizando es únicamente la de siembra de semillas, a modo de prueba y error, sin efectuar ningún manejo. Es importante considerar que se localizaron árboles en la región de Valle Nacional, en el estado de Oaxaca que presen-

tan frutos diferentes en morfología y composición, aunque la cantidad de estos individuos es muy baja y está en peligro de desaparecer. Además de ser consumido como fruta fresca y tostado, los donadores desconocen los diferentes usos del pataxte.

Fortalecimiento de la Red Cacao

En lo que se refiere a esta actividad, la reunión se realizó con la participación de los integrantes de la red, en ella se presentaron los avances y el impacto de los proyectos de la Red Cacao, los cuales fueron financiados durante el año 2011. Finalmente se analizó y se elaboró el Plan Estratégico de la Red Cacao 2012-2018.

Resultados entregables e indicadores de impacto

De los árboles valorados, y de acuerdo a los resultados de la evaluación *in situ*, se cuenta con tres árboles con alguna de las siguientes características: alto rendimiento, calidad y cierta tolerancia a la enfermedad. De acuerdo a la metodología del mejoramiento participativo que se emplea, las acciones a seguir son la propagación y la elaboración de ensayos de adaptación en diferentes ambientes, para conocer la estabilidad del material y posteriormente distribuirlo con los productores, en el caso de que dichos materiales sigan siendo promisorios. Para promover la conservación y el uso del pataxte en las zonas cacaoteras de México, se efectuó la colecta de 10 accesiones de esta especie. La Red Cacao se fortalece mediante la participación de investigadores y la elaboración del Plan Estratégico de la Red Cacao 2012-2018.

Conclusiones

El mejoramiento genético participativo es una opción para seleccionar materiales promisorios con alto rendimiento, calidad y cierto grado de tolerancia a la moniliasis. Se realizó la colecta de 10 accesiones de pataxte, las cuales serán establecidas en el Centro Nacional de Conservación de Frutales Tropicales para su conservación y su potenciación. La Red Cacao se fortalece con la participación de los diferentes actores del Sistema Producto Cacao, principalmente de productores y de investigadores.

Cuadro 1. Resultados de la evaluación de la enfermedad en campo.

RDD1	Ino. 1	Ino. 2	Ino. 3	Ino. 4	Ino. 5	Ino. 6	Ino. 7	Frutos
RDD1-I			3	1	1			5
RDD1-II				5	1	1		7
RDD1-III		1				2	3	6
RDD1-IV	2	3		2	1		2	10
RDD1-V					2	3	1	6
RDD1-VI				3				3
RDD1-VII		2		1	1	3		7
RDD1-VIII		1	3				3	7
RDD1-IX		2		1	1	3		7
RDD1-X	1		2		1	2		6
RDD1-XI		2		4		3		9
RDD1-XII	1				2	1		4
RDD1-XIII	2				2		3	7
RDD1-XIV			3			1	3	7
RDD1-XV		3	1				1	5
RDD1-XVI			2			3		5
RDD1-XVII			2			3		5
RDD1-XVIII		1	3			2		6
RDD1-XIX	2		1				3	6
RDD1-XX	2	2						4
RDD1-XXI	2				3			5
RDD1-XXII	1		1		2			4
RDD1-XXIII			1			2	2	5
RDD1-XXIV	1			2			1	4
RDD1-XXV	4	2						6
RDD1-CL6				2				2
Total	18	19	23	22	18	25	22	147

Cuadro 2: Concentrado de frutos inoculados así como el resultado de las evaluaciones

No. Evaluacion	No. Frutos inoculados	Muertos	Resistentes	Susceptibles
1	18	3	13	2
2	19	0	19	0
3	23	0	23	0
4	22	3	19	0
5	18	0	18	0
6	25	0	25	0
7	22	1	21	0
Totales	147	7	138	2
Porcentajes	100	4.7619	93.8776	1.3605

Bibliografía

- Phillips-Mora., W., A. Coutiño, C. F. Ortiz, A. P. Lopez, J. Hernández, M. C. Aime. 2006. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in México. Plant Pathology 55: 584.
- Phillips-Mora., W. 2003. Origin, biogeography, genetic diversity and taxonomic affinities of the cacao (*Theobroma cacao*) fungus *Moniliophthora roreri* (Cif.) as determined using molecular, phytopathological and degree of Doctor of Philosophy. Department of Agricultura Botany, School of Plant Sciences. The University of Reading. UK. 349 pp.
- Phillips-M., W. 1993. Algunos aspectos fitopatológicos relacionados con la sombra y el asocio de cultivos en cacao. In: Seminario Regional Sombras y Cultivos Asociados con Cacao (9-11 de octubre de 1991. Turrialba, Costa Rica. Memorias. CATIE, Serie Técnica-informe Técnico No. 206. pp. 31-46.

Diversidad genética, citogenética, sistemas de producción y usos del género *Spondias* en México

Artemio Cruz León¹, Miguel Uribe Gómez², Patricia I. Montañez Escalante³, Pedro Joaquín Correa Navarro⁴, Landy Silveira Sáenz⁵, María del Rocío Ruenes Morales⁶, Teresa Terrazas Salgado⁷, Gustavo Adolfo Ballesteros Patrón⁸, Héctor Tovar Soto⁹, Ángel Pita Duque¹⁰, Julia Gabriela Rivero Manzanilla¹¹, Miriam Monserrat Ferrer Ortega¹², Adán Cano García¹³, Isac Rivas¹⁴, Cesar Yescas Albarrán¹⁵, Elvira González¹⁶ y Antonio Arce Romero¹⁷.

¹Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: artemiolen@yahoo.com.mx. ²Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: migueluribe123@gmail.com. ³Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: montañez@uday.mx, ⁴Universidad Autónoma Chapingo. CRUPY. Correo electrónico: pjcorrea@hotmail.com. ⁵Universidad Autónoma Chapingo. CRUPY. Correo electrónico: lmsilveira_84@yahoo.com. ⁶Universidad Autónoma de Yucatán. Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales. Correo electrónico: rruenes@uady.mx. ⁷Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: tterrazas@ibiologia.unam.mx. ⁸Instituto Tecnológico Agropecuario. Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV). Correo electrónico: fitogeneticos@gmail.com. ⁹Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano. hectorts@colpos.mx. ¹⁰Universidad Autónoma Chapingo. CRUAN. Correo electrónico: apitadunque@gmail.com. ¹¹Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: juligaby-@hotmail.com. ¹²Universidad Autónoma de Yucatán. Correo electrónico: mferrer@uady.mx. ¹³Universidad Tecnológica de la Selva. Correo electrónico: adncano595@hotmail.com. ¹⁴Instituto Tecnológico de Comitán. ¹⁵Universidad Autónoma Chapingo. ¹⁶Universidad Autónoma Chapingo. ¹⁷Universidad Autónoma Chapingo.

Resumen

En México existen tres especies del género *Spondias*: *Spondias purpurea* L., *S. mombin* L. y *S. radlkoferi*. De las dos primeras mencionadas se aprovechan principalmente sus frutos, en tanto que de la última se usa la madera para elaborar productos rústicos. De acuerdo a su grado de manejo, *S. purpurea* se considera domesticada y se cultiva en las zonas cálido secas de México y en algunas partes del mundo. Por otra parte, las poblaciones silvestres de *S. mombin*, una planta ocasionalmente cultivada en algunos lugares del trópico húmedo de México, se aprovecha para ser consumida como fruta fresca o es empleada como poste en los cercos vivos. *S. radlkoferi* es un componente de los tipos de vegetación típicos de las zonas más lluviosas del país y ocasionalmente se aprovecha como especie maderable para satisfacer necesidades locales. A *S. purpurea* se le conoce como jocote o ciruela mexicana y es una planta dioica, por lo cual el efecto de la domesticación solo ha ocurrido en las plantas que producen flores femeninas y consecuentemente frutos. Por esta razón es que se practica su reproducción vegetativa. La diversidad encontrada en los frutos corresponde con la citología, ya que en el caso de las variantes de Yucatán se determinaron tipos con diferentes grados de ploidía. Los sistemas de producción de ciruela son los siguientes: recolección de silvestres, huertos familiares, huertos en policultivos, parcelas y plantaciones comerciales, en tanto que su utilización ocurre fundamentalmente como alimento, como fruta fresca o como ingrediente de comidas regionales o de conservas. Por lo anterior, la ciruela mexicana requiere de un trabajo de fomento entre las comunidades campesinas que en la actualidad la utilizan marginalmente.

Introducción

La diversidad de *S. purpurea* en México fue registrada desde la llegada de los españoles en el siglo XVI. La primera diferenciación entre las variantes silvestres y las cultivadas se observó al comparar el tamaño y la forma de los frutos, factores que el proceso de domesticación ha modificado en las ciruelas. Cabe señalar que otros atributos no son apreciables a simple vista, ya que se trata del sabor, la capacidad de germinación y la respuesta al manejo (Miller y Schaal, 2005; Cruz *et al.* 2012). El tamaño del fruto de las ciruelas cultivadas es mucho mayor que su contraparte silvestre, lo cual se manifiesta en mayor peso del fruto y un endocarpio con dimensiones superiores, así como en las cualidades relacionadas con el consumo. Por ello las variantes cultivadas poseen frutos más aromáticos y con epicarpio y mesocarpio más gruesos, lo que les permite resistir el manejo postcosecha y los hace más deseables, por su aroma y mayor cantidad de pulpa. De igual modo, entre las variantes cultivadas existe predominancia de frutos dulces, lo que contrasta con las poblaciones silvestres, las que se distinguen por sus frutos agrios (Cruz *et al.*, 2012).

Las diferencias mencionadas, evidentes en los frutos, forman parte de un conjunto de características distintivas que incluso se pueden observar a nivel de hojas, cortezas y tallos, así como en su precocidad. La investigación a nivel cromosómico y de marcadores moleculares que permita establecer relaciones entre las características fenotípicas observables y el genotipo, en el año 2012 constituyó un logro de los trabajos realizados por la Red Ciruela, lo cual significa un avance considerable en el conocimiento de las ciruelas mexicanas.

Materiales y métodos

Para obtener la diversidad de frutos, en tres zonas del país se efectuaron colectas. La primer zona se delimitó entre los estados de Nayarit, Jalisco y Colima, en donde se obtuvieron muestras de la diversidad de *ciruela de follaje* o *ciruela de octubre*. La segunda zona comprendió los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas, en donde se recolectaron frutos de *S. mombin* y de *S. radlkoferi*, cabe señalar que con esta colecta el proyecto logró un muestreo de todas

las especies del género *Spondias* presentes en México. Por último, las áreas bajas y medias de Chiapas, entidad con alta producción de ciruela y con variedades comerciales sobresalientes, constituyeron la tercer zona de colecta.

Por otro lado, con las variantes de Yucatán se determinó el número cromosómico y se trabajaron los marcadores moleculares para muestras provenientes de cinco zonas de México. Además, se determinó la anatomía foliar y se caracterizaron las cortezas de jocotes de varias zonas del país. En algunos sitios se hicieron trabajos para el establecimiento de sistemas de producción de ciruela mexicana y en Yucatán se trabajó en relación a la Etnobotánica, al mismo tiempo que se llevaron a cabo talleres de capacitación con los productores de ciruela.

Resultados y discusión

La colecta del fruto es una estrategia necesaria para efectuar el análisis de la diversidad que en México pretende abarcar la mayor heterogeneidad posible de especies del género *Spondias*, al mismo tiempo que incluye a las variantes comerciales de jocote de mayor importancia. Dicha búsqueda, en los estados productores de este frutal, se ha efectuado con el fin de colectar material vegetativo que represente la diversidad de *Spondias purpurea* L. Las acciones mencionadas permitieron conocer la diversidad de la *ciruela de follaje* en los estados ubicados en la zona centro occidente del país, en donde se pudo comprobar la existencia de variedades que prosperan en una altitud cercana a los 1 500 msnm, lo cual contrasta con lo encontrado en estados ubicados más hacia el sur, en donde estas variantes se concentran cerca de los 1 700 msnm, lo cual se explica debido a la latitud.

Por otro lado, la colecta de los jobos permitió la localización de tipos sobresalientes, tanto por su fruto como por su hábito de crecimiento, además de que se confirmaron los usos conocidos que se le dan a esta planta. De la misma manera el resultado de colecta llevada a cabo en Chiapas permitió un acercamiento a la diversidad de jocotes presente en la entidad y al establecimiento de las variantes comerciales que abastecen al mercado nacional, cuyo

fundamento está en la fructificación temprana y en la larga vida de anaquel. Los estudios citogenéticos realizados en los jocotes mostraron la existencia de poliploidía, en donde todos los valores de los complementos cromosómicos de la especie fueron múltiplos de ocho, y por lo tanto se propone que la especie *S. purpurea* es un complejo poliploide, en donde el número cromosómico básico es 8 ($x = 8$).

El número cromosómico básico se infirió a partir de un criterio de parsimonia sugerido por Grant (1989), en el que el número básico debe ser el que explique, con menos cambios evolutivos, el origen de todos los complementos cromosómicos observados en la especie o en el género. Estos datos difieren de lo propuesto por De Souza *et al.* (2007), quienes establecieron para el género *Spondias* un valor $x = 16$, porque al analizar las seis especies del género *Spondias*, incluyendo a *S. purpurea*, encontraron complementos cromosómicos de 32.

Por lo anterior, la variación presente en el complemento cromosómico de la especie *S. purpurea* corrobora el conocimiento tradicional en cuanto a la clasificación de los abales. El polimorfismo encontrado entre los tipos de *S. purpurea* se asocia con la gran diversidad de fenotipos, principalmente en las características de los frutos. De este modo, los diferentes niveles de ploidía son variables y se mantienen en esta especie al ser propagada vegetativamente, por estacas o por esquejes, siendo el resultado de la selección dirigida de los fenotipos, de acuerdo a sus diversos usos.

En el caso de la caracterización molecular del jocote, esta se realizó utilizando ejemplares colectados en cinco regiones biogeográficas: Sierra Madre Occidental, Depresión del Balsas; Serranías Meridionales, Costa del golfo de México y Península de Yucatán. Después de los análisis protocolarios se encontraron 16 haplotipos diferentes, de los cuales solo dos se encontraron repetidos en tres o cuatro regiones. El resto de los haplotipos se consideraron exclusivos de la región en donde se colectaron los individuos. Los resultados obtenidos sugieren que la diversidad de la ciruela mexicana es específica de cada región. Esto mismo se ha sugerido a partir de

la colecta de frutos en diferentes zonas, lo cual lleva a establecer la conveniencia de implementar la conservación *in situ* como modo adecuado de mantenimiento de las especies.

En relación a la caracterización de la corteza, se encontraron diferencias en función de la procedencia. Por ello se separaron las colectas originarias del golfo de México y las procedentes de la cuenca del Pacífico. En este caso existe correspondencia entre la variabilidad morfológica de los frutos y la variabilidad anatómica encontrada en *S. purpurea*. Con respecto a la madera, se encontraron vasos muy amplios comparados con otras especies de la selva baja caducifolia mexicana. Dicho tamaño hace pensar que el árbol solo conduce agua en la época favorable del año, por ello la floración y la fructificación ocurre con las reservas del ciclo anterior. Por esta razón, la selección de variedades elite a partir de la característica mencionada, tendrá que efectuarse con base en la elección de aquellas con diámetro más amplio y tendencia a poseer mayor número de vasos angostos, con lo cual se garantiza que sean menos susceptibles a la pérdida de agua.

La profundización de los estudios etnobotánicos realizados en Yucatán corroboraron los distintos usos de los abales, entre los que destaca su consumo como fruta fresca, además de que son un ingrediente en la elaboración de platillos regionales. Los abales también se emplean como forraje y poseen cualidades medicinales. Asimismo, las investigaciones efectuadas en seis zonas diferentes, permitieron identificar las rutas de comercialización de los abales, lo que llevó a la localización de los sistemas de producción, entre los que se encontraron los que se mencionan en el siguiente párrafo.

Recolección de los tipos silvestres, lo cual es exclusivo de las zonas estudiadas en los estados de Guerrero y Morelos. Producción en huertos familiares, los cuales se encuentran ubicados en todas las zonas de estudio. Se trata de un sistema que concentra la mayor diversidad de variantes de jocotes cultivados. Plantas dispersas en las parcelas, este sistema se distingue debido a que el número de árboles presentes es mínimo y se les puede encontrar como

poste de los cercos vivos o utilizado como árbol de sombra en la parcela de cultivo, en donde compare el espacio con los cultivos de mayor interés para el campesino. Huertos mixtos, los cuales requieren de mayor especialización, en este caso la ciruela es uno de los varios cultivos frutales que se encuentran dentro de las plantaciones con fines comerciales. Asimismo, el mayor número de árboles permite obtener una producción superior a la capacidad de consumo de la familia, por ello el excedente se pone a la venta. Este sistema se practica en el estado de Veracruz. Por último, las plantaciones especializadas de ciruela se distinguen por el empleo de variantes con mayor vida de anaquel y mayor tamaño de fruto. A este tipo de plantaciones se les puede encontrar en los estados de Veracruz, Nayarit, Sinaloa y Chiapas. Cabe mencionar que en las tres primeras entidades mencionadas se presenta una tendencia a disminuir su presencia, en tanto que en Chiapas la producción se ha incrementado. Los sistemas de plantaciones de ciruela utilizan un número restringido de variantes, por ello la selección de variantes de ciruela con mayor vida de anaquel, mayor tamaño de fruto y precocidad, representan la base de los trabajos de mejoramiento genético del sistema.

Productos entregables e indicadores de impacto

La colecta de la diversidad de ciruelas realizada durante el año 2012 permitió la caracterización de más de 80 tipos provenientes de ocho estados de la república, lo cual permitió superar las metas establecidas en más del 30 %. Por otro lado, esto permitió completar una muestra de frutos con fines de caracterización, en la cual se encuentran representadas todas las especies del género *Spondias* en México. Los trabajos para efectuar la evaluación del germoplasma, en lo que corresponde a los que se relacionan con las cortezas, las hojas y la madera, avanzaron en cuanto al conocimiento de la especie. Actualmente hay propuestas que permiten seleccionar material elite. Asimismo se encontraron sustancias que podrían resultar de interés para la industria farmacéutica. De la misma manera, los estudios citológicos y moleculares realizados han aportado conocimientos que permiten modificar la información, en cuanto al número cromosómico, de lo que hasta hoy habías sido establecido por los investigadores. A partir de los estudios

moleculares realizados, se identificó la presencia de germoplasma regional, razón por la cual se sugiere la conservación *in situ* como estrategia de conservación.

Los estudios etnobotánicos y los procesos de capacitación realizados en el proyecto de validación de la diversidad de usos de la ciruela en la península de Yucatán, permitió profundizar el conocimiento en relación a los usos que se le otorga a las especies del género *Spondias*. De igual modo, fue posible identificar las rutas de comercialización y llevar a cabo talleres por medio de los cuales se revalorizó este recurso fitogenético. Con lo mencionado anteriormente se alcanzaron las metas propuestas y se logró un impacto en los aspectos concernientes a la revaloración de la ciruelas. Por último, el estudio de los sistemas de producción, realizado en seis zonas de la república mexicana, permitió el reconocimiento de cuando menos cinco sistemas de producción de ciruelas, con lo cual se consiguió un acercamiento al conocimiento vinculado con el manejo que los campesinos le dan a las ciruelas en los diferentes sistemas de producción. Es importante destacar que lo anteriormente mencionado tuvo un impacto en cuanto al mayor conocimiento de las especies del género *Spondias* y en el establecimiento de las bases necesarias para efectuar su futura conservación.

Conclusiones

Con las colectas del año 2012, llevadas a cabo para realizar la caracterización de los frutos, se logró completar la muestra de todas las especies del género *Spondias* en México; aunque aún hace falta recorrer algunas áreas importantes, tal es el caso de los estados de Oaxaca y Tamaulipas, y algunas otras en las que se requiere intensificar la colecta, como en Chiapas, Veracruz, Sinaloa, Michoacán y Guerrero. Es importante destacar que los estudios citológicos realizados modificaron lo establecido en cuanto al número cromosómico base de las ciruelas. Asimismo, estos estudios explicaron la diversidad encontrada respecto la ciruela mexicana.

Tanto los estudios anatómicos como los moleculares sugieren mayor diversidad de ciruelas a nivel regional, por lo cual se propone emprender la conservación *in situ* a fin de mantener la diversidad, al menos, de la especie domesticada. Los sistemas de

producción identificados permitieron observar una gran heterogeneidad en relación con la tecnología de producción, lo cual es resultado del grado de manejo de la especie, aparejado con las necesidades de las explotaciones con fines comerciales. Las actividades participativas realizadas en la península de Yucatán permitieron la profundización del conocimiento etnobotánico de los abales y el inicio de las acciones de capacitación y revaloración en torno a este frutal.

Bibliografía

- Cruz L., A., B. Rodríguez H. y A. Pita D. 2012. Joco-tes, jobos, abales o ciruela mexicana. Universidad Autónoma Chapingo, Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.
- De Souza, A. C. C., De Lemos C. P. C. an Guerra M. 2007. Karyotype Differentiation among *Spondias* Species and the Putative Hybrid Umbu-cajá (*Anacardiaceae*). Botanical Journal of the Linnean Society. 155: pp. 541–547.
- Gómez D., J. D., J. Etchevers, A. Monterroso, C. Gay, J. Campo and M. Martinez. 2008. Spatial Estimation of Mean Temperature and Precipitation in Areas of Scarce Meteorological Information. *Atmósfera* 21(1): 35-56 p.
- Grant, V. 1989. Especiación vegetal. Noriega Editores. Editorial Limusa. México. D. F.
- León, J., and P. E. Shaw. 1990. *Spondias*; the Red Mombin and Related Fruits. In: S. Nagy, P. E. Shaw and N. F. Wardowski (eds.). *Fruits of Tropical and Subtropical Origin: Composition, Properties and Uses*. Florida Science Source. Lake Alfred. Florida. pp. 116-126.
- Miller, A., and B. Schaal. 2005. Domestication of a Mesoamerican Cultivated Fruit Tree, *Spondias purpurea*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102:12801-12806 p.

Caracterización, mantenimiento, conservación y aprovechamiento de los recursos genéticos de guayaba (*Psidium* spp.) en México

José Luis Domínguez Álvarez¹, José Saúl Padilla Ramírez², Lorenzo Felipe Sánchez Teyer³, Martín Gaona Ponce⁴, Jaime Mena Covarrubias⁵ y Consuelo Cortés Penagos⁶.

¹Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Centros Regionales. Correo electrónico: jlalvarez5@yahoo.com.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón. Correo electrónico: jsaulpr@yahoo.com.mx. ³Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. Correo electrónico: santey@cicy.mx. ⁴Universidad Autónoma Chapingo. CRUSE. Correo electrónico: mgaonaponce@hotmail.com. ⁵INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Correo electrónico: jmena@zacatecas.inifap.gob.mx. ⁶Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Correo electrónico: ccpenagos@yahoo.com.

Resumen

Las más de 140 especies del género *Psidium* spp. presentes, principalmente en América, parecen confirmar la hipótesis de que el origen de la guayaba (*Psidium guajava* L.) es el trópico americano (Bourke, 1975). En México, se encuentra presente en 28 estados. Como cultivo, la superficie plantada es de 22 570 ha (SIAP, 2010). Existe una gran variabilidad de guayaba en el país, por lo cual está considerado como un centro de diversidad primaria. El genotipo de guayabo cultivado en las principales áreas productoras reúne características similares entre sí que lo asemejan al cultivo de guayaba conocida como *media china*. En la Red Guayaba se llevó a cabo la caracterización morfológica, bioquímica y molecular de frutos y plantas; se evaluaron genotipos con resistencia a nematodos; y se actualizó el plan estratégico. Lo anterior se realizó con la finalidad de conocer y conservar la riqueza genética de la guayaba, así como descubrir el potencial de aquellas especies subutilizadas para ampliar la base genética del germoplasma existente y articular la investigación en el cultivo del guayabo.

Introducción

El guayabo es una dicotiledónea clasificada dentro del reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Myrtales, género *Psidium*, especie *guajava*. La familia *Myrtaceae* se encuentra representada en promedio por 102 géneros y 3 000 especies, aproximadamente, es originaria del área conocida como Mesoamérica. Algunos de los géneros con mayor importancia económica son: *Eugenia*, *Feijoa*, *Myrcia* o *Myrciaria*, *Psidium*, *Rhodomyrtus* y *Syzygium* (Manica, 2000). El género *Psidium* es ampliamente conocido, comprende más de 150 especies de árboles perennes y arbustos que se desarrollan en las zonas tropicales y subtropicales del continente americano (Popenoe, 1974; Hayes, 1960). Las especies del género *Psidium*, encontradas en México son: *Psidium aromaticum*, *P. cattleianum*, *P. ehrenbergii*, *P. friedrichsthalianum*, *gentlei guajava*, *guineense*, *hypoglancum*, *molle*, *oerstedeianum*, *pomiferum*, *salutare* y *sartorianum*.

Materiales y métodos

En el periodo 2011-2012, la Red Guayaba implementó las siguientes actividades: manejo y evaluación de 150 accesiones de la especie *P. guajava* L.; identificación de genotipos sobresalientes; validación de los recursos genéticos de *Psidium* spp. en la zona sur-occidente y otras zonas del país; mejoramiento genético y selección de progenitores elite, los cuales se utilizaron en cruzamientos para la obtención de variedades híbridas; se diseñó un programa de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo; y se evaluaron colecciones de 40 genotipos. En cada actividad se utilizó la metodología descrita en la literatura correspondiente.

Resultados y discusión

En un intento por conservar la riqueza genética del género *Psidium*, en la red se planteó ampliar la base genética del germoplasma disponible para su

conservación, caracterización y aprovechamiento, con la finalidad de tener una mayor disponibilidad de tipos de guayaba. En el proceso de caracterización de frutos de guayaba de los genotipos muestreados se alcanzaron los siguientes resultados.

Los frutos mostraron el patrón clásico de crecimiento, es decir una doble sigmoide con tres etapas bien definidas (Padilla *et al.*, 2003). En la primera etapa se presentó un crecimiento acelerado después del amarre del fruto, cuya tasa de crecimiento decreció paulatinamente desde los 0.5 mm día⁻¹ hasta llegar a los 0.1 mm día⁻¹. En la segunda etapa el fruto prácticamente no creció o mantuvo tasas de crecimiento muy bajas (< 0.1 mm día⁻¹). Finalmente en la tercera etapa el fruto mostró tasas de crecimiento que se incrementaron de 0.1 a 0.5 mm día⁻¹, hasta llegar a su madurez. El ciclo de crecimiento del fruto, desde el amarre de fruto hasta la madurez, se ubicó entre los 130 y los 150 días en el caso de la mayoría de los materiales muestreados, excepto el material L⁻¹ A⁻¹, cuya madurez de los frutos ocurrió después de los 160 días posteriores a la floración.

La determinación de vitamina C en frutos de un grupo de colectas con pulpa rosa, excepto la variedad Calvillo S-XXI, ha mostrado un amplio rango, lo que establece la posibilidad de seleccionar los genotipos con el contenido más alto de vitamina C. Los resultados son similares a los reportados en genotipos de pulpa rosa y salmón, en donde las concentraciones de AA oscilaron entre 83.29 y 185.75 mg 100 g⁻¹. Sin embargo, entre los genotipos analizados en la colección *ex situ*, se detectaron materiales que presentaron concentraciones muy por debajo a lo observado previamente; aunque también hubo algunos con concentraciones superiores a los 350 mg 100 g⁻¹.

En el año 2011 se llevó a cabo una evaluación sobre el potencial de las especies de nombre común Cass (*Psidium friedrichsthalianum*) y arrayán (*Psidium sartorianum*) como portainjertos con resistencia al ataque de nematodos noduladores del género *Meloidogyne* en el cultivo del guayabo. Producto de esta evaluación y después de cuatro meses de haber infestado a los genotipos de guayabo con nematodos noduladores del género *Meloidogyne* (el 8 octubre del 2012 se realizó la infestación y el 7 de febrero del 2013 se revisaron las raíces de los genotipos de guayaba),

se encontró que solo en las selecciones comerciales de guayaba se hallaron consistentemente agallas en las raíces en las cuatro repeticiones.

Dentro de estas selecciones de guayabas con daños en sus raíces se pueden distinguir dos grupos el de las selecciones 48 y 11, que presentan una mayor cantidad de agallas, ya que fueron las únicas que presentaron agallas grandes y coalescentes, y el de las selecciones 106 y 126 que tienen de dos a tres veces menos agallas en sus raíces (Cuadro 1). Esta respuesta es consistente con reportes anteriores que señalan a la selección 48 como altamente susceptible al daño por nematodos del género *Meloidogyne*, en tanto que la selección 106 presenta cierto nivel de tolerancia al daño por esta nematodo nodulador (González-Gaona *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Número de agallas en el sistema radical de genotipos de guayabo infestados con el nemátodo nodulador del género *Meloidogyne*.

Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Observaciones
Arrayán chapeado de rojo	0	0	0	0	No infestación
Cass 1 B	0	0	4	0	Agallas pequeñas
Cass vegetativo	0	0	0	0	No infestación
Cass semilla	0	0	0	0	No infestación
Selección 48	30	20	15	20	Agallas pequeñas, repetición II y IV, 4 o 5 agallas grandes o coalescentes
Selección 11	> 50	30	10	10	Agallas pequeñas, repetición I, agallas coalescentes
Selección 126	10	10	10	< 10	Agallas pequeñas
Selección 106	< 10	2	10	10	Agallas pequeñas
Psidium friedrichsthalianum de Jalpa	0	0	0	0	Repetición I y IV, pequeños abultamientos como agallas

Nota: los genotipos del cuadro corresponden a los reportados por los doctores Padilla y Domínguez. Dichos genotipos son producto de las colectas, fueron propagados *in vitro* y ubicados en el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

En el año 2011 se planteó la necesidad de conocer la diversidad y distribución del género *Psidium*, en los estados de Chiapas, Colima, Jalisco, Nayarit, Tabasco y Yucatán, y la pertinencia de evaluar el potencial de las diferentes especies como portainjertos o en el uso en programas de mejoramiento genético. Se colectaron 31 accesiones en 12 comunidades de seis estados del país, de las cuales 19 fueron semillas y 12 varetas. Aunque no se ha realizado la identificación botánica, presumiblemente 13 accesiones presentan características de la especie *Psidium guajava* L. o guayaba común, 7 accesiones provienen de la especie *Psidium sartinianum*, conocida como arrayán, pichiché o guayaba agria, y una accesión tiene las características de la especie *Psidium cattleianum*.

Se continuó con el mantenimiento y la multiplicación *in vitro* de arrayán, Cass y genotipos cultivados colectados en el año 2011, para su posterior entrega a los bancos de conservación con fines de prepararlos como patrones de nuevos injertos.

A pesar de que México está considerado como un centro de diversidad primaria de esta especie, el germoplasma cultivado que más predomina en las principales áreas productoras es conocido comúnmente con el nombre de *media china*. Por esta razón, la red consideró importante ampliar la base genética mediante la selección de progenitores elite y su utilización en cruzamientos para la obtención de segregantes F1.

Como resultado se obtuvieron dos frutos provenientes de la cruce del genotipo segregante de la India, el cual es donador de polen, con pulpa color rosa y se cruzó con un segregante tailandés, el cual es progenitor femenino, de pulpa color blanco y de fruto grande (> 300 g), con lo que se obtuvo un total de 550 semillas de ambos frutos que se utilizarán en la obtención de plantas F1. En el progenitor de pulpa rosa se produjo la caída de las flores polinizadas desde etapas tempranas del amarre del fruto.

Como resultado del análisis con *amplified fragment length polymorphism* (AFLPs) de los 40 individuos, se tiene un total de 230 marcadores analizados, en los cuales se emplearon tres combinaciones de iniciadores y después de calcular los índices de similitud se observó un rango de similitud de 0.54

a 0.97, con una similitud promedio de 0.76 para lo cual se consideraron todas las muestras.

El agrupamiento observado sugiere la existencia de al menos dos grupos genéticos a partir de los cuales se pueden realizar cruces para generar nuevas variedades con características de importancia para el mercado. Para analizar la diversidad genética con otra técnica, análisis con *simple sequence repeat* (SSR), se evaluaron los genotipos seleccionados al emplear dos regiones microsatélites y se amplificaron con iniciadores desarrollados de manera específica para guayaba.

En el resultado del análisis de los 40 individuos se observó una baja heterocigosidad al evaluar el motivo (GA)₂₀-(GT)₁₄, de los cuales se encontraron solamente tres individuos en condición heterocigota, mientras que 37 fueron homocigotos para dicho motivo, en contraste con el motivo (GA)₁₈, en el que hay más de 10 individuos que fueron heterocigotos. Los resultados obtenidos con microsatélites dejan de manifiesto una diversidad genética moderada que puede ser ampliamente explotada para el desarrollo de nuevos productos y variedades para satisfacer nuevos mercados.

Las técnicas de marcadores moleculares seleccionadas brindan información a dos niveles, por un lado AFLPs analiza la variabilidad al azar en todo el genoma, lo que produce un gran número de marcadores dominantes que reflejan el nivel de cambios en secuencia, mientras que en el caso del análisis SSR se permite identificar individuos homocigotos o heterocigotos para cada uno de los alelos evaluados. Una vez que se cuenta con los iniciadores específicos para amplificar loci microsatélites pueden ser empleados en un programa de mejoramiento genético.

Como resultado de este análisis y análisis previos, queda evidente el hecho de que en la guayaba se cuenta con una riqueza fenotípica y genotípica útil para desarrollar un exitoso programa de mejoramiento genético, para lo cual es necesario hacer uso de la asociación de los marcadores moleculares en las características que le confieran valor agregado a nuevas variedades, ya sea sobre mercados existentes o sobre nuevos mercados.

Con el programa de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo, la red se ha propuesto desarrollar la investigación y avanzar, de forma coordinada, en la evaluación, caracterización, conservación y utilización de los recursos genéticos del género *Psidium*.

Conclusiones

La pérdida de diversidad del género *Psidium*, se relaciona con la inmensa actividad agrícola, la infraestructura carretera y los grandes centros de población, lo cual ha erosionado gran parte de los recursos fitogenéticos del guayabo. Los recursos que aún existen se restringen a huertos familiares, traspatios y pequeñas fincas, ya sea para uso ornamental o medicinal. Solo en algunos casos estos recursos pueden encontrarse en montes nativos. Lo anterior obliga a hacer un planteamiento que considere el rescate, la conservación y el estudio ordenado de los recursos fitogenéticos del género *Psidium*, de poblaciones en vías de selección o ya seleccionadas con potencial comercial, a través de la propagación por semilla, estacas, *in vitro* e injertos. Con esto se permitirá el desarrollo de los recursos en el mercado y en el largo plazo el afianzamiento de la identidad nacional productiva en los mercados internacionales, lo cual marcará una pauta hacia una producción con el mínimo uso de fertilizantes y agroquímicos para que dichas actividades sean sostenibles.

Bibliografía

- Bourke O., D. D. 1975. *Psidium guajava* L. Guajava. Commonwealth. Bureau of Horticulture and Plantation Crops. New York, USA. pp. 530-553.
- González G., E., L. Reyes M., J. S. Padilla R., C. C. Valadez M., F. Esquivel V., M. A. Perales del C. y F. Gutiérrez A. 1997. Manejo anual para la producción de guayaba en Calvillo, Aguascalientes. Folleto para productores núm. 20. INIFAP. Centro de Investigación Región Norte Centro, Campo Experimental Pabellón. 14 p.
- Hayes, W. B. 1960. The Guava and its Relatives. Fruit Growing in India 3^{ra} Edition, Kitabistan, Allahabad, India. pp. 283-299.
- Manica, I. 2000. Taxonomía a goiabeira. pp. 23-36. *In*: Fruticultura y tropical, goiaba. Manica, I. (ed.). Ed. Cinco Continentes, Ltda. Porto Alegre, Brazil. 374 p.
- Mata B., I. y A. Rodríguez M. 1990. Cultivo y producción del guayabo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Trillas (reimp. 2000). 160 p.
- Mitra S. K. y D. Sanyal 2004. Guajava. Indian Council of Agricultural Research. Krishi Anusandhan, Bhavan-I, Pusa. New Delhi. 85 p.
- Padilla R., J. S., E. González G., L. Reyes M., M. A. Perales de la C., E. M. Mercado S. y N. Mayek P. 2003. Caracterización de germoplasma de guayabo de la región Calvillo-Cañones. *In*: Memoria del Primer Simposio Internacional de la Guayaba. J. S. Padilla R., L. Reyes M., E. González G. y M. A. Perales de la C. (eds.). Aguascalientes, Aguascalientes. pp. 54-70.
- Padilla R., J. S. y E. González G. 2010. Collection and Characterization of Mexican Guava (*Psidium guajava* L.) germplasm. *Acta Horticulturae* 849:49-54.
- Popenoe, W. 1974. Manual of Tropical and Subtropical Fruits: Excluding the Banana, Coconut, Pineapple, Citrus Fruits, Olive and fig. (reimp.) Ed. Hafner Press. New York, USA. 474 p.
- SIAP. 2010. Disponible en línea en: www.siap.sagarpa.gob.mx.

Los recursos genéticos de nanche (*Byrsonima crassifolia*) en México

José Luis Moreno Martínez¹ y Karina Sandibel Vera Sánchez².

¹Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Correo electrónico: jolumo59@gmail.com. ²Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. SINAREFI. Correo electrónico: proyectos.hor@snics.gob.mx.

Resumen

Con el propósito de contribuir al conocimiento de la diversidad del nanche, así como potenciar su desarrollo y promover la conservación de su variabilidad genética, se establecieron las siguientes metas: revisar la información de los herbarios, generar un documento que muestre la distribución del nanche en México y coleccionar genotipos en los estados donde se ha identificado su distribución. Asimismo, se elaboró una tesis en la cual se pudo especificar el proceso de elaboración de licores a partir de este recurso, con lo cual se identificó un mercado potencial para los productores. Por otro lado, se desarrolló una tesis para identificar el método más adecuado para llevar a cabo la propagación vegetativa de *Byrsonima crassifolia*, el cual permitirá el establecimiento exitoso en campo.

Introducción

El nanche, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, es un frutal nativo conocido a nivel local y regional, que puede ser potencialmente productivo y generar ingresos económicos importantes para los habitantes de las zonas donde prospera. Además puede emplearse como porta injerto en programas de mejoramiento genético para adaptar a especies del mismo género a las diversas condiciones climáticas y edáficas de la república mexicana. Como especie forestal frutícola, el nanche se adapta a un amplio rango de condiciones ambientales y ha adquirido considerable importancia en las áreas donde se cultiva, debido a los distintos satisfactores que ofrece: alimento, medicina, ornamento, combustible, curtiente, colorante, sustrato apícola, elemento reforestador y componente de sistemas agrosilvopastoriles. Lo anteriormente mencionado evidencia la importancia de generar el conocimiento necesario, para efectuar el manejo y la conservación apropiada de este recurso fitogenético, ya sea *in situ*, *ex situ* o en ambas modalidades.

Respecto a los recursos genéticos disponibles en México, reportan que en la zona sureste se encuentran conservadas en colecciones de campo 229 accesiones de *B. crassifolia*, e incluso una en un jardín botánico; sin embargo, desde el punto de vista de la

diversidad existente, estratégicamente se considera pertinente continuar con la colecta de accesiones para incrementar el acervo de la variabilidad genética de la especie, principalmente porque en esta modalidad de conservación el riesgo de pérdida del germoplasma es mayor por la presencia periódica de fenómenos naturales, como huracanes, en esa área geográfica.

El presente trabajo tuvo como objetivo fundamental emprender acciones para contribuir a la conservación de la variabilidad genética del nanche, a través de la revisión de la información disponible en herbarios, para integrar el diagnóstico correspondiente y realizar la colecta de material genético en los estados de Chiapas, Estado de México, Puebla y Tabasco, así como lograr la unión y el fortalecimiento de la Red Nanche, para fomentar el conocimiento y la explotación racional de este frutal subutilizado.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo la evaluación de la distribución del nanche en México se revisaron los ejemplares de esta especie, identificados en los siguientes herbarios: 71 ejemplares del Departamento de Preparatoria Agrícola, de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH);

38 ejemplares del Herbario del Colegio de la Frontera Sur Unidad Chetumal (ECO-CH-HB), ubicado en San Cristóbal de las Casas, Chiapas; 25 ejemplares del Herbario Hortorio del Colegio de Postgraduados (CHAPA); 25 ejemplares del Herbario Metropolitano (UAMIZ), de la Universidad Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAMI); 22 ejemplares del Herbario *María Agustina Batalla* de la Facultad de Ciencias (FCME-UNAM), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); 21 ejemplares del Herbario de la División de Ciencias Forestales (CHAP), de la UACH; nueve ejemplares del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN); y seis ejemplares del Herbario del Departamento de Enseñanza e Investigación en Fitoecnia. Asimismo se trabajó en el Herbario del Bajío (IEB), del Instituto de Ecología, A. C. (INECOL); en el Herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.; (32 ejemplares) y en el Herbario de la Universidad Autónoma de Nayarit. Cabe señalar que actualmente el último herbario mencionado no se encuentra en funcionamiento; aunque en la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), aún permanece una colección de árboles de nanche.

El trabajo relacionado con la recolección de material genético inició con la identificación de la diversidad a partir del fruto, encontrándose los siguientes colores: amarillo, verde, rojo e incluso morado. Se hicieron recorridos de campo en Chiapas y Nayarit. Igualmente, se realizó el primer recorrido de campo en el estado de Michoacán, a través del cual se ubicaron puntos importantes de producción de nanche en el tramo carretero, Uruapan - Nueva Italia, particularmente en la localidad de Charapendo. Finalmente, se desarrollaron trabajos de tesis enfocados en la propagación vegetativa y el establecimiento del material colectado.

Resultados y discusión

Con base en la revisión de los herbarios antes mencionados, a la fecha se cuenta con una base de datos que contiene 217 datos georreferenciados, lo que permitió la integración de un mapa de distribución real de nanche en México, que ofrece un primer panorama respecto a la presencia de esta especie en los diferentes estados de la república mexicana (Figura 1).

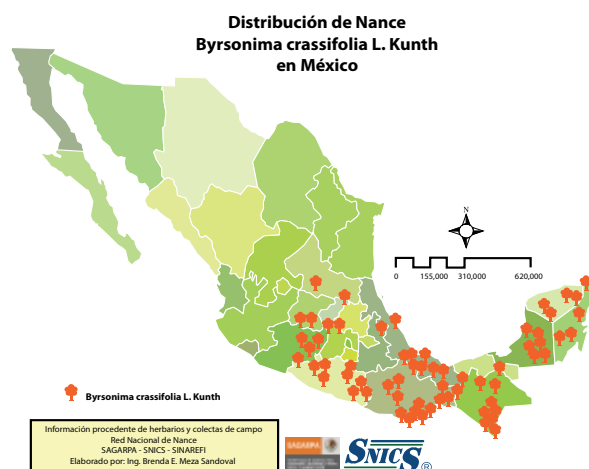


Figura 1. Distribución de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth en México.

La información denota que esta especie se distribuye principalmente en la zona centro y en la zona sureste de México; aunque se tiene información de indica que *B. crassifolia* se distribuye ampliamente en Nayarit. Es importante señalar que la UAN prescindió del herbario en donde se resguardaban nanches, así como de los datos correspondientes. En lo concerniente a la colecta de material, se reunieron 24 genotipos del estado de Chiapas. A futuro, estos materiales se entregarán al Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes-Clima Tropical (SEMRETRO), situado en el estado de Chiapas. Por el momento, los genotipos mencionados se encuentran en fase de aclimatación, ya que para el proceso de propagación vegetativa se probaron diversos métodos de injertación. Dicho proceso estuvo sujeto a la redacción de una tesis, la cual actualmente ha sido concluida.

En Chiapas se han identificado 65 materiales de nanche con frutos color amarillo, 15 árboles con frutos rojos y 15 con frutos verdes. En Nayarit se cuenta con 20 materiales de frutos amarillos. La mayoría de los frutos de Nayarit presentan más acidez comparativamente con los de Chiapas. Aunque respecto al nanche no se consideró desarrollar el área estratégica uso y potenciación, se elaboró una tesis de licenciatura en Agronomía Industrial, por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX), en coordinación con la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), para referir el uso del nanche en la elaboración de licores, generando el proceso de preparación e identificando,

por sus características organolépticas, cuál de los tres genotipos, rojo, verde o amarillo, fue el más aceptado para la elaboración de licores. Por otra parte, se realizaron dos reuniones de trabajo, en el Estado de México y en Nayarit. Como producto de estas reuniones, actualmente se cuenta con una propuesta documental del plan estratégico de la Red Nanche, el cual tendrá vigencia hasta el año 2018.

Productos entregables e indicadores de impacto

Se entregó la base de datos con información relativa a los diferentes herbarios visitados; el mapa de distribución de la especie, generado a partir de la información georreferenciada; la base de datos pasaporte de 24 materiales colectados; el borrador de la tesis en donde se describe el proceso de propagación vegetativa del nanche; la tesis de licenciatura intitulada: *Elaboración de licor de nanche Byrsonima crassifolia con tres ecotipos de la región Soconusco, Chiapas*; y la propuesta del plan estratégico de la Red Nanche, con vigencia al año 2018.

Conclusiones

Es de vital importancia la revisión de la información de los herbarios, ya que ofrece un panorama de la distribución de la especie y con lo cual es posible iniciar el proyecto de colecta dirigida, y de ser posible, llevar a cabo la identificación de las zonas con mayor variabilidad, para establecer a futuro una propuesta de conservación *ex situ*. Se han iniciado los trabajos de colecta dirigida en las entidades en donde se distribuye la especie. En estos sitios será necesario realizar trabajos de caracterización para identificar los genotipos sobresalientes y los genotipos variables.

Mediante los trabajos de tesis se han identificado y propuesto los procesos adecuados para efectuar tanto para la propagación vegetativa de los materiales como la transformación del recurso, lo que permitirá su establecimiento *ex situ* y por consiguiente el inicio de estudios dirigidos, así como el comienzo en la búsqueda de nuevos mercados que resulten atractivos para los productores de nanche. Es importante generar paquetes tecnológicos para

impulsar la producción y la explotación frutícola formal, lo que debe ir acompañado de programas de mejoramiento genético, encaminados a mejorar la calidad del fruto, entre otros atributos, con el objetivo de incursionar en los mercados internacionales de manera competitiva, no sólo al expendirse el nanche como fruta para consumo en fresco, sino también como producto procesado.

Recolecta, caracterización y cultivo *in vitro* de diferentes accesiones de papayo (*Carica papaya* L.) en México

Catarino Ávila Reséndiz¹, Elías Hernández Castro², Gregorio Luna Esquivel³, Jorge Manuel Santamaría Fernández⁴.

¹Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Correo electrónico: cavire@colpos.mx. ²Universidad Autónoma de Guerrero. Maestría en Sistemas de Producción Agropecuaria. Correo electrónico: ehernandezcastro@yahoo.com.mx. ³Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura. Correo electrónico: gollole@hotmail.com. ⁴Centro de Investigación Científica de Yucatán. Correo electrónico: jorgesm@cicy.mx.

Resumen

Se han realizado recolectas de frutos de 229 accesiones de *Carica papaya* L. en los estados de Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche y Yucatán. En su mayoría estas accesiones corresponden a poblaciones domesticadas, entre las que se encuentran los tipos: *cera amarilla*, *mamey* y otras de importancia local o regional; mientras que en lo relacionado a poblaciones silvestres se recolectó menor cantidad de accesiones. En Nayarit se multiplicaron 32 accesiones de *Carica papaya* y se enviaron al banco de germoplasma respectivo. En el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY) se conservan *in vitro* poblaciones silvestres de 16 accesiones de *C. papaya*, las cuales están en etapa de regeneración. Asimismo, se han realizado dos tipos de evaluaciones, *in situ* y *ex situ*. En el primer tipo de evaluación, con base en los descriptores sugeridos para el papayo, se determinó la diversidad morfológica de las accesiones recolectadas, además, mediante marcadores moleculares tipo AFLP (polimorfismo en la longitud de fragmentos amplificados), se determinó el polimorfismo en las poblaciones de papayo silvestre, en plantas de los diferentes sexos, recolectadas en diferentes localidades de Yucatán. En la evaluación *ex situ*, se cuantificó la diversidad morfológica en plantas femeninas (F), en plantas hermafroditas (Hf) y en plantas masculinas (Ms) de 20 accesiones de papayo provenientes de los estados de Campeche, Baja California Sur y Veracruz. Tanto en la evaluación *in situ* como en la evaluación *ex situ*, se encontró amplia diversidad morfológica en todas las características cuantitativas de las accesiones recolectadas. Asimismo, con tres juegos de marcadores moleculares diferentes, se encontró que existió polimorfismo en plantas de accesiones de papayo silvestre. La amplia diversidad morfológica de las accesiones de *C. papaya* domesticadas y silvestres estudiadas, indica que es posible rescatar, conservar y mejorar a la especie con tal de potencializar la actividad de la fruticultura en México. Se recomienda continuar con la exploración más sitios en donde se puede encontrar diversidad genética de papayo, con la finalidad de rescatar otras poblaciones domesticadas y silvestres de importancia local o regional, ya que están en riesgo de desaparecer debido a diversas problemáticas.

Introducción

Carica papaya L. es una especie nativa del sur de México y del norte de Centroamérica. En la actualidad, principalmente en México, se han dejado de cultivar los tipos nativos: *cera amarilla*, *mamey* y *coco*, entre otros; por lo que sólo se encuentran pequeñas poblaciones de plantas en los traspatios de algunas viviendas (Badillo, 2000). Esta situación probablemente se debe a la introducción de variedades

mejoradas genéticamente, las cuales han desplazado al recurso fitogenético nativo. Asimismo, las poblaciones silvestres enfrentan problemáticas diversas como la destrucción de selvas, los bosques y los acahuales; el cambio de uso del suelo; y los incendios frecuentes. En el caso particular del estado de Nayarit, además de los factores anteriormente mencionados, por recomendaciones de sanidad vegetal, ha

sido necesaria la eliminación de plantas hospederas de la mosca pinta de la fruta, lo cual ha ocurrido a tal grado que difícilmente se encuentran poblaciones, ya sea en forma silvestre o cultivada. Aunado a esto, se desconoce el estatus del género monoespecífico *Carica* y es escasa la información respecto a su diversidad genética (Castellen *et al.*, 2007).

Con base en lo mencionado anteriormente, los objetivos de la investigación fueron: realizar recolectas de frutos de accesiones de *C. papaya* en once entidades de la república mexicana; definir un protocolo y mantener a las poblaciones silvestres de accesiones de *C. papaya*; determinar *in situ* la variabilidad morfológica de las accesiones de *C. papaya* de los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Tabasco y Yucatán; determinar *ex situ* la variabilidad morfológica en plantas femeninas (F), plantas hermafroditas (Hf) y plantas masculinas (Ms) de 20 accesiones de *C. papaya* provenientes de Campeche, Baja California Sur y Veracruz; y realizar *in situ* una caracterización genética en las accesiones de *C. papaya* de las diferentes localidades de Yucatán y seleccionar aquellos marcadores moleculares que confieren mayor polimorfismo.

Materiales y métodos

Se recorrieron y exploraron diferentes localidades de Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Tabasco y Yucatán, con la finalidad de recolectar frutos y de reunir los datos pasaporte de las accesiones correspondientes, para lo cual se aplicó un cuestionario a los propietarios de los huertos familiares, y cuando esto no fue posible, los datos se recabaron de manera directa. La ubicación de las accesiones se georreferenció con un GPS. Además de lo anterior, se recolectaron yemas en poblaciones silvestres en 18 localidades de Yucatán. Estas yemas se conservaron *in vitro* en el Laboratorio de Biotecnología del CICY, de acuerdo a los diversos protocolos conocidos.

Una vez reunida la diversidad de frutos de las accesiones recolectadas. Mediante descriptores sugeridos para el papayo por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) y por Dantas *et al.* (2000), en el fruto se midieron

características morfológicas cuantitativas como sólidos solubles totales (SST), masa, grosor de pulpa, longitud, diámetro, firmeza de la pulpa y número de semillas. En accesiones de papayo en Yucatán, en la planta se midió altura, diámetro del tallo, número de hojas, número de frutos, número de frutos por racimo y color de flor.

Con base en los descriptores mencionados anteriormente, se midieron *ex situ* 25 características cuantitativas de 10 accesiones de Baja California Sur, nueve de Veracruz y una de Campeche. La caracterización genética se llevó a cabo mediante marcadores moleculares AFLP. Primero se recolectaron muestras de hojas de las diferentes accesiones de papayo y después se realizó la extracción de ADN, determinada por dos métodos, el espectrofotométrico ($A_{260}/A_{280} = 2.00$) y el análisis electroforético. Posteriormente se hizo una dilución del ADN hasta obtener una concentración de 100 ng/ μ L. El ADN fue digerido mediante dos enzimas, las cuales cortaron en sitios diferentes y en distinto número de bases. Subsecuentemente se ligaron a iniciadores-adaptadores marcados y se produjo una extensión. Finalmente, las muestras se procesaron en un secuenciador automático (Beckman) y se seleccionaron los marcadores moleculares altamente polimórficos.

Resultados y discusión

Se ha recolectado y reunido una amplia diversidad morfológica en frutos de 229 accesiones de papayo, tanto silvestres como domesticados, de importancia local o regional en los estados de Tabasco (83), Campeche (25), Oaxaca (25), Nayarit (23), Yucatán (22), Guerrero (21), Chiapas (13), Michoacán (5), Colima (cero), Jalisco (cero) y Sinaloa (cero). En el Laboratorio de Biotecnología del CICY se mantiene *in vitro* la diversidad de poblaciones silvestres de 16 accesiones de papayo, las cuales están en etapa de regeneración. Asimismo, se ha definido un protocolo de introducción *in vitro* de los explantes del papayo. Se caracterizaron *in situ* los frutos de las accesiones de *C. papaya* recolectadas, encontrándose en los SST de 3.6 a 18.0 grados Brix, la masa del fruto varió de 49.3 a 818.5 g, el grosor de pulpa de 0.4 a 6 cm, la longitud del fruto de 3 a 50.5 cm, el diámetro del fruto de 1.9 a 18.9 cm, la firmeza de pulpa de 3.6 a 75.3 Newtons y el número de semillas con variaciones de 0 a 1 133.

En Yucatán las plantas silvestres de papayo alcanzan entre 2.4 y 6 m de altura. El diámetro del tallo varió de 6 a 25 cm, el número de hojas de cuatro hasta 60, el número de frutos por planta fue de ocho hasta 150, el número de frutos varió de tres a cinco por racimo y el color de flor fue amarillo oro. *Ex situ* se encontró variabilidad morfológica en plantas Ms, F y Hf en las 20 accesiones de papayo provenientes de tres estados de México, la cuales presentaron un coeficiente de variación (CV) que cambió entre el 7.1 y el 188.9 %.

La mayor variación se encontró en las siguientes características: número de nudos desde el suelo hasta la primera flor, longitud del entrenudo medio, número de flores por inflorescencia, longitud del eje de la inflorescencia, inserción a la altura de la primera flor, número de semillas, longitud del pedúnculo del fruto, longitud y diámetro del fruto, grosor de pulpa, SST, tejido placentario, diámetro de cavidad central y croma, con un CV mayor a 20.3 %.

Respecto a la caracterización genética, se observaron diferencias en el polimorfismo de tres accesiones de *C. papaya* provenientes del municipio de Kantunil, Yucatán, las cuales fueron analizadas con tres juegos de iniciadores y corresponden a plantas F, Hf y Ms. Asimismo, los marcadores moleculares mostraron diferencias, no solo entre un juego de iniciadores en accesiones de *C. papaya* de diferente sexo (F, Hf y Ms) de la misma localidad, también diferencias polimórficas en accesiones del mismo sexo pero provenientes de diferentes localidades de Yucatán: Kantunil, Mopila, Tahdziu o Tekanto.

Cabe señalar que es necesario explorar más sitios con diversidad genética de papayo, con la finalidad de continuar con el rescate de poblaciones domesticadas y silvestres de importancia local o regional, ya que están en riesgo de desaparecer o han desaparecido, tal es el caso de las poblaciones silvestres de papayo que se encontraban en los estados de Colima y Sinaloa.

Productos entregables e indicadores de impacto

Con base en los puntos georreferenciados a partir de la colecta de accesiones de *C. papaya*, se ubicó la distribución actual de esta especie en la república mexicana. Se enviaron a los bancos de conservación

designados por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), con sus respectivos datos pasaporte, las semillas pertenecientes a 76 accesiones de *C. papaya*. Al mismo tiempo se multiplicaron y se enviaron al Centro de Conservación de Semillas Recalcitrantes de Clima Subtropical, 92 accesiones de papayo con cinco plantas por accesión. Asimismo, se multiplicaron y enviaron otras 32 accesiones de papayo de Jalisco y Nayarit.

Se ha definido el protocolo *in vitro* para la introducción de explantes y bajo estas condiciones se mantienen 16 accesiones de papayo silvestre. Mediante la caracterización *in situ* se han determinado aquellos materiales de papayo sobresalientes en cuanto a características de calidad del fruto. Dichas características se estabilizarán en campo.

Con base en la caracterización *ex situ* de 20 accesiones de papayo provenientes de los estados de Baja California Sur, Campeche y Veracruz, se determinaron aquellas características cuantitativas y cualitativas útiles para caracterizar a las accesiones. De igual modo, mediante AFLP se determinó el polimorfismo en las poblaciones de papayo silvestre y en plantas de diferente sexo de algunas localidades de Yucatán. Finalmente, de entre varios juegos de iniciadores se seleccionaron tres que mostraron el mayor número de polimorfismo.

Conclusiones

La diversidad morfológica existente entre las accesiones de *C. papaya* domesticadas y silvestres investigadas, debe rescatarse, conservarse, tanto *in situ* como *ex situ*, y mejorarse para la potenciar la actividad de la fruticultura en México. Se recomienda continuar con la exploración de más sitios que ofrecen diversidad genética de papayo, con la finalidad de rescatar otras poblaciones domesticadas y silvestres de importancia local o regional, ya que están en riesgo de desaparecer o han desaparecido por problemáticas diversas. Se sugiere caracterizar genéticamente el mayor número de accesiones de *C. papaya* recolectadas en México.

Bibliografía

Badillo, V. M. 2000. *Carica* L. vs. *Vasconcella* St. Hil. (*Caricaceae*) con la rehabilitación de este último. *Ernstia* 10:74-79.

Castellen, S. M., C. A da Silva L., E. J de Oliverira., L. S Monteiro F. e J. L. L. Dantas. 2007. Caracterização de accesos do banco activo de germoplasma de mamão por meio de análise multivariada. *Magistra*, Cruz das Almas-BA 19:299-303.

Dantas, L. J., L., Pinto, R. M. de S., De Lima, J. F. e F. R. Ferreira. 2000: Catálogo de germoplasma de mamão (*Carica papaya* L.). Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, 40 p.

UPOV. 2008. Guidelines of *Carica papaya* L. <http://www.upov.int>. (Consultado: enero, 2013).

Evaluación, validación y uso sustentable de los recursos genético de pitaya y pitahaya 2011

Alberto Julián Valencia Botín¹, Yolanda Donají Ortiz Hernández², Adolfo Rodríguez Canto³ y Refugio Roa Durán⁴.

¹Universidad de Guadalajara. CUCIENEGA. Correo electrónico: alberto.valencia@cuci.udg.mx. ²Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Oaxaca. Correo electrónico: yortiz@ipn.mx. ³Universidad Autónoma Chapingo. CRUPY. Correo electrónico: pitahaya@gmail.com. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental San Martinito. Correo electrónico: road1810@hotmail.com.

Resumen

En el ejercicio 2011 la Red Pitaya y Pitahaya ejerció 455 mil pesos en cuatro diferentes actividades correspondientes a las líneas: Recolecta, Caracterización y Promoción de Redes. El desarrollo de los proyectos estuvo respaldado por las siguientes instituciones: la Universidad Autónoma Chapingo (UACH); la Universidad de Guadalajara (U de G), particularmente en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) y en el Centro Universitario de la Ciénega (CUCIENEGA); así como el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), unidad Oaxaca, del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

En lo que concierne a la actividad de recolecta se logró la validación de 41 accesiones de pitahaya de las especies *H. purpusii* y *H. ocamponis*. Derivado de la actividad de recolecta, se logró la colecta de 15 accesiones de pitahaya de la especie *H. undatus*. En lo que respecta a la actividad de caracterización se logró identificar a dos ecotipos de pitahaya de cáscara roja y de pulpa blanca, así como su respectiva caracterización. La actividad de recolecta aportó una colecta de 11 accesiones, de las cuales seis correspondieron a la especie *H. undatus* y cinco al género *Stenocereus*, la colecta se realizó en los estados de Jalisco y de Colima. Como resultado de la actividad de caracterización se obtuvo la ficha de evaluación morfológica de 10 cultivares de pitaya, además se efectuó la elaboración de un documento acerca de la descripción y de los avances del banco de germoplasma de pitaya, así como la realización de tres eventos relacionados con la difusión de los recursos genéticos de la misma. Finalmente de la actividad de promoción de redes se concretó la reunión de los miembros de la red, la cual se llevó a cabo del 16 al 19 mayo del año 2012, y también se asistió a la Feria de la Pitaya en el municipio de Amacueca, en el estado de Jalisco, asimismo se obtuvo el ingreso y el financiamiento de algunos proyectos para el año 2012. De los materiales colectados y caracterizados se realizó la transferencia de duplicados y de su respectiva base de datos pasaporte al centro de conservación designado por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), ubicado en la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S. C.

Introducción

La familia *Cactaceae* es originaria del continente americano y surgió hace cerca de 80 millones de años. Este grupo está constituido por cerca de 2 000 especies, las cuales se encuentran distribuidas en el continente americano, desde el norte de Canadá hasta la Patagonia; así como en altitudes a nivel del mar hasta habitats con una altura de 5 100 msnm, como en el caso de Perú. Esta familia agrupa a una

gran diversidad de plantas, entre las que destacan los cactus columnares, conocidos como viejitos y tetechos; los cactus candelabroiformes, como los cardones, los órganos y las pitayas; las biznagas y biznaguitas, conocidas como chilitos; algunas trepadoras como los nopalillos (*Heliocereus* spp.); las pitahayas (*Hylocereus* spp.); y una gran variedad de nopales (*Opuntia* spp.); entre otras.

México forma parte del centro de origen mesoamericano de las cactáceas, en el país se reconocen 117 especies domesticadas, de las cuales solo algunas especies son apreciadas debido a sus flores y sus frutos, como es el caso de las pitayas (*Stenocereus* spp.), de las tunas (*Opuntia* spp.) y de la pitahaya (*Hylocereus* spp.). La pitaya y la pitahaya son dos importantes cactáceas frutícolas, ya sea por la producción de fruta o bien por los subproductos generados a partir de ellas (Figura 1).



Figura 1. Variación en frutos de pitahaya.

El cultivo de la pitaya y de la pitahaya se lleva a cabo a nivel traspasado o en huertos comerciales. El nivel de arraigo en las zonas en donde se cultivan es un factor importante para su desarrollo.

Durante el año 2011 se sembraron 1 285.10 ha de pitaya y se cosechó un total de 3 193.05 t de fruta. Con respecto a la producción de pitahaya se sembraron 561.38 ha, lo que dio como resultado una cosecha de 2 155.29 t (SIAP, 2012). La producción de ambas se caracteriza por emplear poca diversidad de especies, especialmente en el caso de la pitahaya, de la cual no se tienen variedades ni ecotipos registrados. Lo anterior implica que es necesario registrar y ubicar la biodiversidad a nivel nacional, tanto de pitaya como de pitahaya. Desde el año 2008 se conformó la Red Pitaya y Pitahaya con el fin de estudiar su diversidad, de registrar sus variedades y de producir nuevos materiales que puedan ser aceptados por el mercado frutícola de ambas especies. Asimismo, con la integración de la red se trató de agrupar por especie a los mejores especialistas, con el objetivo de que aporten su conocimiento en el ámbito y su experiencia, así como el desarrollo de información relevante respecto a este tema.

Materiales y métodos

Se establecieron las rutas para coleccionar pitaya y pitahaya en las entidades consideradas previamente. La toma de muestras o de accesiones incluyó la geoposición y el registro de los datos básicos relacionados con el sitio de colecta y posteriormente se agregó la información correspondiente en la base de datos pasaporte.

Debido a que la diversidad genética de la pitaya es mayor, se eligieron 10 materiales para realizar su caracterización morfológica. Tales materiales se coleccionaron en la localidad de Chichihualtepec, ubicada en el municipio de Santiago Chazumba, en el estado de Oaxaca; así en la localidad de Santa Clara Huitziltepec, situada en el municipio de Huitziltepec, y en el municipio de Xochitlán Todos Santos, ambos pertenecientes al estado de Puebla.

Los materiales colectados se identificaron con los nombres comunes que los productores tradicionalmente utilizan en la zona: abriñeña; agria o espina amarilla; de riego; floro o chico; huertilla; melón; morena; rosita; rubia y yuyaguam. Se utilizó como testigo la variedad san Gabriel. Se seleccionaron tres individuos por variedad y se caracterizaron considerando el total de la planta, es decir el tallo, la flor y el fruto. En el caso de los frutos, se registraron 20 caracteres morfológicos cuantitativos, tales como las areolas; el diámetro y la longitud del fruto; la relación longitud/diámetro; el diámetro de areolas; el color de la pulpa; el diámetro de la cicatriz del receptáculo; el diámetro de las semillas; las escamas frescas; la longitud de la espina más larga del fruto; el peso del fruto; la firmeza de la cáscara; los grados Brix; el grosor de la cáscara; la longitud del pedúnculo; el peso de cáscara; el peso de la pulpa; las semillas; y el peso de las semillas.

En total se registraron 89 caracteres morfológicos entre cualitativos y cuantitativos, por individuo, es decir por planta. Lo anterior se realizó con el empleo de la guía de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) (Nieto, 2007). El equipo que se utilizó fue una báscula electrónica para indicar gramos, un refractómetro, un flexómetro, un penetrómetro y un microscopio estereoscópico. Posteriormente los datos se concentraron en

una tabla de características morfológicas para elaborar las fichas.

Banco de germoplasma

En el caso de la descripción del banco de germoplasma de pitaya, se ubicaron las accesiones en un croquis y se realizó su geoposicionamiento con la ayuda de un GPS. Asimismo, se realizó el mantenimiento y la cuantificación de las fallas físicas, es decir de los sitios sin plantas.

Eventos de difusión de los recursos genéticos de pitaya

En relación con esta actividad, se planearon y se realizaron tres eventos de difusión, los cuales se llevaron a cabo a través de la coordinación con autoridades municipales y con el consejo del Sistema Producto Pitaya. En el caso de las accesiones de pitahaya se procuró que fueran elegidas a partir de plantas adultas y como característica para su selección se consideró la cicatrización de los esquejes. Adicionalmente, estas accesiones se acondicionaron en macetas en sitios con malla sombra y se realizaron las prácticas agronómicas pertinentes.

Resultados y discusión

Validación de los recursos genéticos de poblaciones silvestres y cultivadas de *Hylocereus ocamponis* e *H. purpusii* y registro de su aprovechamiento en Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán

Se revisaron los siguientes herbarios: el Herbario Nacional de México (MEXU), el Herbario del Instituto de Botánica (IBUG) y de la Universidad de Guadalajara, el Herbario del Instituto de Ecología, A. C. (IEB). Se documentó la distribución de las especies *Hylocereus ocamponis* y *H. purpusii*. Se definieron las rutas de exploración y se realizó la colecta de 41 accesiones, de las cuales 10 correspondieron a *H. ocamponis*, de esta especie seis pertenecieron al estado de Jalisco y cuatro al estado de Michoacán.

Las 31 accesiones restantes correspondieron a *H. purpusii*, de las cuales ocho son del estado de Jalisco, cuatro del estado de Michoacán, 12 del estado de

Nayarit y siete del estado de Sinaloa. Lo anterior demuestra que *H. purpusii* tiene una distribución más amplia. Cada accesión cuenta con tres o cuatro duplicados (tallos), de los cuales dos fueron transferidos en el mes de enero al banco de Coatepec de Harinas y los otros se incorporaron al Jardín Botánico del CUCBA, de la U de G. Los tallos se establecieron en macetas, en sustratos adecuados, y se realizó el manejo agronómico necesario para establecer la colección y mantenerla sana. Además se recabaron datos de distribución, datos ecogeográficos y datos etnobotánicos, los cuales se descargaron a la base de datos de germoplasma. Con lo anterior se superó la meta programada en lo que se refiere a la colecta de germoplasma.

Validación de materiales de Pitahaya en los Estados de Oaxaca, Campeche y Tabasco

Durante los meses de enero y febrero se colectó material en los estados de Tabasco y Oaxaca. A mediados del mes de marzo se colectó material de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Con los materiales de Quintana Roo y de Yucatán se presentaron algunos problemas debido a que no se lograron recuperar las plantas; sin embargo, se enviaron otras accesiones de interés al banco de germoplasma de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C. (CICTAMEX), las cuales fueron colectadas durante los años 2010 y 2011 en los estados de Puebla, Oaxaca y Yucatán, así como en la república de Nicaragua.

Se seleccionaron las estacas enraizadas para su envío al banco de germoplasma. En este caso la meta a cumplir consistía en la entrega de 15 accesiones; no obstante, se enviaron 50 accesiones con sus respectivos datos pasaporte. Dichos materiales tienen una amplia variación genética. En el mes de julio se concluyó con la captura de los datos pasaporte y se enviaron al banco de germoplasma del CICTAMEX las 50 accesiones, así como un total de 174 estacas enraizadas. Se remitieron de tres a cuatro estacas por accesión.

Evaluación de la diversidad de pitahaya

Con base en las características cualitativas de la metodología propuesta en el proyecto y con el apoyo de la guía de la UPOV para pitahaya, se lograron caracterizar cuatro ecotipos de pitahaya, dos de cáscara roja y dos de pulpa blanca en el estado de Yucatán.

Evaluación de la diversidad de pitahaya

En este proyecto se colectaron 11 accesiones tanto de pitaya como de pitahaya, de las cuáles seis correspondieron a pitaya (*Stenoereus* spp.) y cinco a pitahaya (*Hylocereus* spp.), pertenecientes a los estados de Colima y Jalisco. Se conformó la base de datos pasaporte y el duplicado se enviará al Centro de Conservación de Coatepec de Harinas para su resguardo.

Evaluación de la diversidad de pitaya

Se concluyó con la caracterización morfológica de las 10 accesiones de pitaya. Con respecto al banco de germoplasma *in situ*, se realizó el manejo agronómico, la identificación de las accesiones y se cuantificaron las plantas muertas para posteriormente efectuar su reposición durante el periodo de enero a marzo del año 2013. También se participó en la feria de la localidad de Dolores Hidalgo, la cual está situada en el municipio de Huitziltepec, en el estado de Puebla. Se recomienda volver a asistir para el año 2013. En lo concerniente al tratamiento de los resultados obtenidos a partir de la caracterización morfológica de cada una de las variedades de uso común de pitaya, se sugiere realizar un análisis multivariado mediante el método de ordenación con análisis de componentes principales y de agrupamiento.

Programa de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo

En lo que respecta a la coordinación de la red, se llevó a cabo la primera reunión el día 10 de febrero del año 2012, en las instalaciones de la UACH. En dicha reunión, se designó como coordinador de la Red Pitaya y Pitahaya, para el período 2012-2014, al doctor Alberto J. Valencia Botín. Durante los días comprendidos del 16 al 19 de mayo del año 2012, se realizó la segunda reunión en las instalaciones de la U de G, campus Ciénega y se asistió a la Feria de la Pitaya en el municipio de Amacueca, en el estado de Jalisco. En esta reunión se determinaron los acuerdos para actualizar los diagnósticos relacionados con la pitaya y la pitahaya, respectivamente. Como resultado de esto, actualmente se cuenta con dos versiones avanzadas de ambos diagnósticos. En otro punto se definió la

próxima fecha de reunión de la red, la cual se llevó a cabo en el mes de mayo en la ciudad de Oaxaca.

Conclusiones

Validación de los recursos genéticos de poblaciones silvestres y cultivadas de *H. ocamponis* y *H. purpusii* y registro de su aprovechamiento en los estados de Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Sinaloa

En lo que respecta a esta actividad, se realizó la revisión de la información disponible en los herbarios MEXU, IBUG e IEB, acerca de la distribución de *H. ocamponis* y *H. purpusii*. Se definieron las rutas de exploración y se realizó la colecta de 41 accesiones. Asimismo se recabaron datos de distribución, datos ecogeográficos y datos etnobotánicos que se añadieron a la base de datos del germoplasma, con lo cual se superó la meta de colecta de germoplasma que se tenía programada.

Validación de materiales de pitahaya en los estados de Campeche, Oaxaca, y Tabasco

En relación con esta actividad, se les proporcionó el mantenimiento necesario a las plantas madre y se espera poder rescatar otras accesiones. Se cuenta con una amplia diversidad de ecotipos de pitahaya en relación con características como el tamaño y la forma del fruto; el color de la pulpa y el sabor; las características agronómicas deseables en diferentes períodos de cosecha; y especies de producción temprana y tardía.

Evaluación de la diversidad de pitahaya

Mediante la realización de dos proyectos se colectó material de pitahaya en el estado de Jalisco y se cuenta con una propuesta metodológica para realizar la identificación y la evaluación participativa de los tipos de pitahaya en el estado de Yucatán, la cual se elaboró con apoyo de la guía de la UPOV.

Evaluación de la diversidad de pitaya

En lo concerniente a los proyectos relacionados con la colecta de pitaya en el estado de Guanajuato, se cuenta con cinco materiales para su envío al centro de conservación. Aunado a lo anterior, se cuenta con cinco materiales adicionales para su posterior

caracterización, procedentes de los estados de Jalisco y Colima. Además, se lograron caracterizar 10 variedades de pitaya de la región Mixteca oaxaqueña para efectuar su registro en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

Bibliografía

Nieto, A. R. 2007. Frutales nativos un recurso fitogenético de México. Primera edición. Chapingo, Méx. 270 pp.

SIAP. 2012. Cierre de la producción agrícola 2011 por cultivo. Disponible en línea.

Validación, evaluación y uso de los recursos genéticos de sapotáceas (zapote mamey, chicozapote y caimito)

Ángel Villegas Monter¹, Beatriz Guillermina Arrieta Ramos², Daniel Cituk Chan³, Saúl Espinosa Zaragoza⁴ y Raúl Berdeja Arbeu⁵.

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Correo electrónico: avillega@colpos.mx. ²Universidad Autónoma de Nayarit. Correo electrónico: g-arrieta@hotmail.com. ³Instituto Tecnológico de Conkal. Correo electrónico: citukfrutas371@hotmail.com. ⁴Universidad Autónoma de Chiapas. Correo electrónico: saulez1@gmail.com. ⁵Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Correo electrónico: raulberdeja@yahoo.com.mx.

Resumen

Se trabajó con 34 accesiones de la especie *Pouteria sapota*. Se realizó mejoramiento participativo en los estados de Chiapas, Guerrero, Nayarit, Puebla, Veracruz y Yucatán y se contó con la participación de 22 productores. En la colección de trabajo de Conkal, Yucatán, se evaluaron 43 accesiones y se establecieron ocho accesiones más de la especie *P. sapota*, por lo que actualmente se tienen 51 accesiones de cuatro estados de la república. Se propagaron y se enviaron 16 accesiones al Centro Nacional de Conservación de Semillas Recalcitrantes-Clima Tropical (SEMRETRO), siete provenientes del estado de Guerrero y nueve del estado de Chiapas, lo que hacen un total de 36 accesiones de tres estados de la república (Sumando las que se habían enviado en los años anteriores). Se evaluaron y se caracterizaron 40 accesiones de zapote mamey en seis estados de la república. El número y el tamaño de hojas difiere entre selecciones y estados, al igual que el tamaño y la forma del fruto. En el estado de Yucatán se encuentran los frutos de pulpa roja y los frutos de mayor tamaño se encuentran en el estado de Chiapas. Se realizó la caracterización morfológica de 19 selecciones de la especie de *Pouteria sapota* y una selección de las especies *P. campechiana*, *P. fossicola*, *Chrysopyllum cainito* y *Manilkara zapota*, de cuatro estados de la república, y se definió el protocolo de extracción de ácido desoxirribonucleico (ADN), para el caso de tres especies del género *Pouteria*, y una en lo relativo a los géneros *Chrysopyllum* y *Manilkara* respectivamente. También se seleccionaron 64 combinaciones de primers para utilizar el amplified fragment length polymorphism (AFLPS). Se actualizó el plan estratégico de la Red sapotáceas. Se consultó la información de seis herbarios y una banco de germoplasma, en donde se encuentran siete géneros y 63 especies de sapotáceas. En recorridos de campo se ha observado que en los estados de Nayarit, Veracruz y Yucatán, las sapotáceas se encuentran en traspatio; en los estados de Chiapas y Puebla, se encuentran en producciones agroforestales, como sombra de café y ornamentales; en el estado de Yucatán hay plantaciones comerciales de plantas injertadas; y en el estado de Guerrero se encuentran plantas provenientes de semilla. En las zonas ganaderas del estado de Veracruz se han eliminado la mayoría de las sapotáceas y cabe señalar que el crecimiento de las zonas urbanas es otro factor que afecta seriamente la conservación *in situ* de estas especies.

Introducción

Aun cuando las especies *Pouteria sapota*, *Manilkara zapota* y *Pouteria campechiana* son originarias de México y Centroamérica, son especies poco estudiadas, de las cuales no existe registro de variedades, la propagación vegetativa es incipiente, la conservación *in situ* es limitada y el crecimiento de las áreas dedicadas a la explotación de ganado y de las zonas

urbanas afectan su diversidad genética, lo que contribuye a que se desconozca dicha diversidad y su distribución actual.

Por lo anterior, los objetivos son impulsar el mejoramiento participativo y la conservación *ex situ*, en la colección de trabajo, de 43 accesiones de la especie

P. sapota; caracterizar morfológicamente 40 selecciones del género *Pouteria* en seis estados de la república; y definir el protocolo para la extracción de ADN en las especies *Pouteria campechiana*, *P. fossicola*, *P. sapota* y *Manilkara zapota*. Además se propagarán 16 selecciones que serán enviadas al SEMRETRO, ubicado en el estado de Chiapas. Se actualizó el plan estratégico de la Red Sapotáceas y se hizo una propuesta de mejoramiento participativo.

Materiales y métodos

Con productores cooperantes en los estados de Chiapas, Guerrero, Nayarit, Puebla, Veracruz y Yucatán, se seleccionaron árboles de la especie *P. sapota*, con características sobresalientes como tamaño de fruto, color de pulpa y época de cosecha. Se les indicó a los productores la importancia de propagar los árboles vegetativamente para conservar sus características y así poder establecer plantaciones demostrativas con árboles clonales. En el caso de las 43 accesiones de *P. sapota* establecidas en la colección de trabajo, en Conkal, Yucatán, se evaluaron la forma de la copa y el número y el tamaño de las hojas para efectuar la caracterización *ex situ*.

Se seleccionaron previamente árboles en los estados de Chiapas y Guerrero, los cuales fueron propagados por injerto con la finalidad de ser enviados al centro de conservación para su conservación *ex situ*. En los estados de Chiapas, Guerrero, Nayarit, Puebla, Veracruz y Yucatán se caracterizaron morfológicamente *in situ*, árboles seleccionados de la especie *P. sapota*. Las características morfológicas evaluadas fueron: altura de la planta y primera ramificación; peso de fruto y semilla; y número y tamaño de hojas, entre otras que han sido consideradas determinantes.

Se consultó y se actualizó la información disponible en seis herbarios: Herbario del Instituto de Ecología, A. C., Xalapa (IE-XAL), Herbario Nacional de México (MEXU), Herbario Hortorio del Colegio de Postgraduados (CHAPA), Herbario Alfredo Barrera Marín, Herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. y Herbario del Colegio de la Frontera Sur, unidad Chetumal (ECO-CH-H), así como en el Banco Nacional de Germoplasma Vegetal, México (BANGEV).

Se realizaron salidas al campo para georrefenciar plantas de sapotáceas en diversos estados de la república y para dar a conocer su distribución y sus principales problemas de conservación *in situ*. Se definió el protocolo para la extracción de ADN en las especies *Pouteria Campechiana*, *P. fossicola*, *P. sapota* y *Manilkara zapota* y se definieron 64 combinaciones de primers para realizar el estudio molecular de las sapotáceas. Se realizó una reunión con los integrantes de la red para evaluar los principales avances y conocer el mejoramiento participativo en el estado de Yucatán.

Resultados y discusión

Se llevó a cabo mejoramiento participativo en el estado de Guerrero con ocho productores; en el estado de Chiapas con cinco productores; en el estado de Puebla con cuatro productores; en los estados de Nayarit y Yucatán con dos productores; y en el estado de Veracruz con un productor. El total de árboles es 34. La diversidad incluye árboles que tienen más de 100 años, con ramas inclinadas hacia abajo y racimos de frutos. La altura de los árboles es de 12 a 24 m y los frutos son de pulpa roja y pesan de 350 hasta 840 g. En el estado de Yucatán la propagación vegetativa se aplica desde hace más de 15 años; después de ocho años de trabajo, en el estado de Guerrero ya tiene aplicación comercial; y en los estados de Chiapas, Puebla y Veracruz ya se ha iniciado.

En la colección de trabajo se cuenta con 43 accesiones en conservación *ex situ*, de los estados de Chiapas, Veracruz y Yucatán. Después de tres años de crecimiento la copa de la mayoría de los árboles tiene crecimiento vertical esparcida, redonda y elíptica. El tallo muestra agrietamiento. La altura de las plantas es de 1.5 a 2.2 m, la densidad del follaje es de media a alta y las hojas miden de 23 a 30 cm de longitud y de 6 a 10 cm de ancho.

El porcentaje de prendimiento de injertos difiere entre selecciones y épocas del año y es una técnica que tiene que ser evaluada en diferentes condiciones climáticas. El uso de parafina es una alternativa viable en zonas donde hay gran humedad relativa en el ambiente, como el caso del estado de Chiapas. La desinfección de las varetas es una práctica imprescindible para incrementar las posibilidades de éxito

en el prendimiento, al igual que el uso de sombra 30 días después de realizados los injertos. El tipo de injerto enchapado lateral y el tipo de injerto hendidura, tienen las mismas posibilidades de éxito y el porcentaje de prendimiento depende de la habilidad del injertador para llevar a cabo cada uno de los injertos.

En la caracterización morfológica, las características cuantitativas determinantes son: peso y tamaño del fruto y de la semilla; grosor y peso del epicarpio; y altura de la planta. Las características cualitativas son color de pulpa, forma del fruto y forma de la copa. El número es de 15 a 40 cm de largo y de 4 a 10 cm de ancho, con relación Largo/Ancho de 3 a 4.5. El peso del fruto es de 270 a 558 g, de 9 a 14.5 cm de largo y de 7 a 9.6 cm de diámetro, con relación largo/diámetro, de 1.08 a 2.37, lo que significa que se tienen frutos prácticamente redondos hasta ovoides. Los productores prefieren los ovoides que en general tienen una semilla, mientras que los redondos tienen de dos a tres semillas. El contenido de pulpa es de 64.8 a 76.3 %, el cual es ligeramente inferior al que tienen algunos árboles seleccionados de los estados de Guerrero y de Yucatán.

El peso de semilla es de 22 a 90 g, cabe indicar que hay correlación entre el peso del fruto y de la semilla, los frutos más grandes generalmente tienen semillas de mayor tamaño. Para vivero se prefieren semillas de más de 40 g porque se obtienen plantas de mayor tamaño. En este caso también sería importante considerar el contenido de aceite, hace falta tomar en cuenta este aspecto para futuras selecciones.

En la caracterización hay aspectos como la forma del árbol. En el caso del estado de Nayarit, el árbol de ramas caídas pudiera ser utilizado como portainjerto. La época de cosecha también es importante, se debe evaluar si los árboles se mantienen en diferente altitud y latitud. Los árboles de Ixca que se cosechan en diciembre, en el municipio de Alpoeyca, en el estado de Guerrero (el cual se encuentra a 975 msnm), se comportarán igual que en el estado de Yucatán. El color de pulpa rojo que se da en el estado de Yucatán se mantendrá en los estados de Puebla y Veracruz, situados entre 400 y 600 msnm, y en el municipio de Alpoeyca, Guerrero, situado a 975 msnm. Estos y otros aspectos deben ser evaluados y probados.

Los estudios moleculares son incipientes en estas especies: *Pouteria campechiana*, *P. fossicola*, *P. sapota*, *Manilkara zapota* y *Chrysopyllum cainito*, por lo que se definió el protocolo para realizar la extracción de ADN y se definieron 64 combinaciones de primers para los estudios con AFLPS.

Se actualizó el plan estratégico de la Red Sapotáceas, para lo cual se consultó y se actualizó la información de seis herbarios y un banco de germoplasma, así como se realizaron recorridos de campo en zonas de seis estados donde hay plantaciones de semilla y árboles de traspatio. El análisis de la información de las colectas que hay en los herbarios de México, indica que se distribuyen siete géneros; sin embargo, de acuerdo a lo publicado por Sarukan y Pennington (1998), se trata de cuatro géneros, dado que el género *Lucuma* se incluye en el género *Pouteria*, mientras que los géneros *Bumerlia* y *Mastitochandrum*, forman parte del género *Sideroxylon*.

Al considerar lo anterior, en México hay 64 especies de sapotáceas de los siguientes géneros: *Pouteria* con 17 especies, *Sideroxylon* con 13 especies, *Bumerlia* con 12 especies, *Chrysopyllum* con 8 especies, *Manilkara* con 6 especies, *Lucuma* con cuatro especies y *Mastitochandrum* con cuatro especies. Del total de colectas que tienen los herbarios, entre 30 y 48 % de estas poseen coordenadas que permiten generar mapas de distribución. No es posible elaborar mapas de distribución potencial, ya que las colectas de los herbarios solo consideran la información de menos del 30 % de los estados en donde se distribuyen las especies y las zonas de exploración son limitadas.

Como se mencionó en años anteriores, es necesario que se realicen colectas en los estados que no están indicados en los herbarios, los cuales son Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, San Luís Potosí y Tabasco, así como en los estados que sí se indican, los cuales son Campeche, Chiapas, Guerrero, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán, ya que son zonas de las cuales no existen colectas; aunque se sabe que en estos lugares hay sapotáceas. Es importante que todos los árboles estén debidamente georreferenciados y que se describan las principales características de la planta y del fruto para conocer su potencial frutícola.

En los recorridos de campo se ha comprobado que las sapotáceas se encuentran en explotaciones agroforestales, en algunas zonas de los estados de Chiapas y Puebla son utilizadas como sombra de café y como plantas ornamentales; pero en la mayoría de los estados están en traspatio junto con otros frutales, por lo que es el productor quien realiza la conservación *in situ* y quien hace la primera selección, dado que conserva aquellos que tienen una característica que le interesa.

En el estado de Yucatán se encuentran las plantaciones comerciales más grandes de México del género *Pouteria* y en estos sitios la propagación por injerto se hace a escala comercial. En los demás estados dicha actividad es incipiente. En las zonas ganaderas de los estados de Puebla y Veracruz, la distribución de sapotáceas se restringe a traspatio, rara vez se encuentran plantas de los géneros *Chrysophyllum* o *Manilkara*, las cuales son empleadas como sombra para el ganado. En el estado de Veracruz, particularmente en la parte norte, se encuentran plantas de *Chrysophyllum* y *Manilkara* ubicadas en zonas con altitud menor a 300 m y por encima de esta altitud predomina el género *Pouteria*. Otro factor importante a considerar es que la mayor cantidad de especies de sapotáceas se ubican en traspatio y debido al crecimiento de las zonas urbanas, parte de la variabilidad se ha perdido, por lo que urge tomar medidas al respecto.

Productos entregables e indicadores de impacto

Respecto al mejoramiento participativo se cuenta 22 productores participantes y 34 selecciones en seis estados.

En la colección de trabajo de Conkal se mantienen 43 accesiones de la especie *Pouteria sapota*, con tres plantas cada una, de los estados de Chiapas, Guerrero y Yucatán. En el SEMRETRO se tiene un duplicado de 36 accesiones de los estados de Chiapas, Guerrero y Yucatán, con la propagación y el envío de 16 accesiones de Chiapas y Guerrero.

Se cuenta con una base de datos de la evaluación y caracterizaron de 40 accesiones en los estados de Chiapas, Guerrero, Nayarit, Puebla y Veracruz, en donde se encontraron las características cualitati-

vas y cuantitativas determinantes para caracterizar plantas del género *Pouteria*.

Se realizó un protocolo para la extracción de ADN de las especies *Pouteria campechiana*, *P. fossicola*, *P. sapota*, *Chrysophyllum cainito* y *Manilkara zapota*; y se determinaron 64 combinaciones de primers para los estudios con AFLPS.

Se diseñó un plan estratégico actualizado de la Red Sapotáceas. Se actualizó la información de seis herbarios y de un banco de germoplasma. En México hay cuatro géneros y 64 especies de sapotáceas. *Pouteria* es el género que tiene más especies (21). Se elaboró un mapa de distribución con los árboles georreferenciados. La ganadería y el crecimiento de las zonas urbanas son dos factores que han disminuido la variabilidad debido a que se han eliminado árboles de traspatio y de campo.

Conclusiones

Es necesario ampliar las bases de datos con información de todos los estados en donde se desarrollan las sapotáceas, esto con la finalidad de elaborar mapas de distribución real y potencial.

La caracterización morfológica del género *Pouteria* se debe basar en características cuantitativas y cualitativas determinantes.

Se debe apoyar la conservación *in situ* con programas a largo plazo que impidan la tala de árboles de más de 50 años de edad.

La ganadería y el crecimiento de zonas urbanas son factores que han disminuido la variabilidad, debido a la eliminación de los árboles.

El mejoramiento participativo debe ser la base para la selección y utilización integral de los frutos (el epicarpio, la pulpa y la semilla).

Evaluación, validación y uso sustentable de los recursos genéticos del tejocote

Raúl Nieto Ángel¹ y Marcela Betancourt Olvera².

¹Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: rnietoa@hotmail.com. ²Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: mabeol.sinarefi@gmail.com.

Resumen

En México las especies del género *Crataegus* están distribuidas en ambientes con climas fríos o con climas templados y se les puede encontrar en altitudes que varían desde los 400 hasta los 3000 msnm. La variación interespecífica del género ha sido reportada con fines botánicos. Sobresale la amplia variabilidad en cuanto a las características de sus órganos, lo que hasta el momento ha dificultado precisar la identidad de las especies. El presente estudio consistió en efectuar una descripción de la variabilidad de accesiones resguardadas en el Banco de Germoplasma *in vivo* de *Crataegus* de la Universidad Autónoma Chapingo (BGICUACH). La investigación contó con 20 accesiones que fueron colectadas de las zonas centro y sur del país, evaluándose caracteres morfológicos de flor y de fruto. Asimismo la investigación se complementó con la identificación y colecta de material vegetal en los estados de Puebla, Oaxaca, Tlaxcala y Morelos, entidades en donde las especies del género *Crataegus* se encuentran presentes, con lo que se obtuvieron nuevas colectas para ser resguardadas posteriormente en el BGICUACH.

Introducción

Actualmente, las especies del género *Crataegus* son empleadas en la industria y en la horticultura, como cultivar o como portainjerto, al igual que son empleadas con fines ornamentales, forrajeros, medicinales y culturales. Las especies del género *Crataegus* poseen extraordinarias características que les confieren una amplia adaptabilidad, además de que se adecúan bien a suelos con drenaje deficiente, poco profundos y pedregosos; resisten las bajas temperaturas; y tienen efectos *enanizantes* sobre las variedades injertadas. Los frutos del tejocote poseen alto contenido de pectinas, hasta 30 kilogramos por tonelada de fruta fresca, vitamina C, carbohidratos, proteínas y carotenos, así como una gran variedad de compuestos químicos, resultado del metabolito secundario. A partir de los frutos y de forma natural, es decir sin conservadores, se producen jaleas, ates, almíbares, mermeladas y licores. Debido a las características morfológicas del árbol, de la flor y del fruto, los tejocotes son ideales para utilizarse como plantas de ornato en jardines o setos. Phipps (1997) reportó que alrededor del planeta, el género *Crataegus* reúne aproximadamente 150 especies, de

las cuales 95 se sitúan en el continente americano y 55 se encuentran en el continente euroasiático. En el continente americano, las especies del género *Crataegus* se extienden casi por todo México y en la parte noroeste de Guatemala, localizándose principalmente en zonas con climas fríos o templados, en altitudes que varían desde los 400 hasta los 3000 msnm.

Por lo anterior, desde el año 1981 hasta la fecha se han realizado algunas colectas de tejocotes en las áreas donde se concentra la mayor diversidad, en los estados de Chiapas, Puebla y Estado de México. Hasta la fecha se cuenta con 166 genotipos, los mismos que han sido establecidos en el BGICUACH. En estos genotipos se han realizado trabajos de investigación, principalmente en cuanto a la caracterización morfológica, a la fisiología, la caracterización bioquímica y el manejo de los árboles como cultivo. Los objetivos de la presente investigación fueron: lograr la caracterización morfológica de flor y fruto de 20 accesiones del género *Crataegus*; e incrementar la selección y colección de genotipos de tejocote y establecerlos en el BGICUACH.

Materiales y métodos

El material vegetal utilizado para la investigación corresponde a genotipos denominados como accesiones (Acc.) de tejocote (*Crataegus* spp.) del BGICUACH, que fueron colectados parcialmente en los estados de Michoacán, Puebla, Tlaxcala y Estado de México, desde el año 1997 hasta el año 2007, y posteriormente injertados sobre portainjertos de tejocotes provenientes del estado de Puebla. La colecta de nuevos genotipos de tejocote, proyectada dentro del plan, consideró a los estados de Chiapas, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Las evaluaciones taxonómicas de las 20 accesiones presentes en el BGICUACH, se realizaron durante la fase de floración hasta la fase de fructificación. Se colectaron inflorescencias, estructuras vegetativas y frutos y se extrajeron sus semillas. Los estudios de caracterización morfológica, se efectuaron *in situ* en los árboles del BGICUACH. Las evaluaciones se hicieron en el laboratorio mediante los programas informáticos Image Tool, Excel, NTSYS y SAS. Con el trabajo mencionado se obtuvieron y definieron los caracteres que más contribuyeron en los análisis respectivos para efectuar la discriminación de las accesiones.

Resultados y discusión

En distintos estados de la república mexicana se colectaron 36 nuevas accesiones de tejocote, de las cuales 19 correspondieron a Puebla, 10 a Oaxaca, tres a Tlaxcala, dos a Chiapas y dos a Morelos. Dichas accesiones fueron injertadas y establecidas en el BGICUACH. Cabe mencionar que en esta etapa no se efectuaron colectas en los estados de Michoacán y Veracruz, debido a la inseguridad prevaleciente durante el periodo de colecta.

La promoción acerca del manejo integral de árboles de tejocote se llevó a cabo por medio de tres talleres dirigidos a productores. El primer taller se realizó el 9 de febrero del año 2012 en el municipio de San Salvador el Verde, en el estado de Puebla. El segundo taller se efectuó en la localidad de Chapingo el día 8 de septiembre y el tercer taller se presentó el día sábado 13 de octubre, en el municipio de San Salvador el Verde, como parte de un magno even-

to que incluyó la presentación del trabajo que se ha realizado en torno a la concientización dirigida a los productores de tejocote, en relación con el manejo de plantaciones de alta densidad.

En cuanto a la conservación de los recursos fitogenéticos, no se siguió ninguna metodología experimental. Tal labor consistió en efectuar, durante el periodo de referencia, el mantenimiento de los árboles que integran la colección de germoplasma, por medio de las siguientes actividades: remarcado de árboles, riego, fertilización, podas, control fitosanitario, deshierbe y reparación del sistema de riego. Finalmente, se realizó la caracterización morfológica de flor y fruto de 20 accesiones establecidas en el BGICUACH.

Productos entregables e indicadores de impacto

Colecta, en distintos estados de la república mexicana, de 36 nuevas accesiones de tejocote, de las cuales 19 correspondieron a Puebla, 10 a Oaxaca, tres a Tlaxcala, dos a Chiapas y dos a Morelos; y entrega de datos pasaporte en formato *Germocalli*. Relacionado con la promoción del manejo integral de árboles de tejocote, se llevaron a cabo tres talleres dirigidos a productores. Se presenta una lista de asistencia del primer taller, imágenes correspondientes a dos talleres y una publicación en un medio impreso, en el cual se difunde la importancia de uno de los talleres.

Se le dio mantenimiento a 166 accesiones de tejocote que ya se encuentran establecidas y se recibieron y establecieron las 36 accesiones colectadas. Respecto a la caracterización morfológica de flor y fruto de 20 accesiones establecidas en el BGICUACH, en una base de datos se presentaron todas las variables consideradas para realizar el análisis necesario a fin de llevar a cabo la caracterización.

Conclusiones

Se avanzó en la colecta de nuevas accesiones que pueden ser de interés, además de que se conservó el germoplasma en el BGICUACH y se le dio mantenimiento al material vegetal resguardado. Asimismo se avanzó en las evaluaciones de algunos caracteres que definirán la caracterización de nuevas accesiones.

Con esto se logrará avanzar en relación al conocimiento de dichos materiales para encaminarlos como variedades o utilizarlos en los programas de mejoramiento.

Bibliografía

- El-Gazaar, A. 1980. The Taxonomic Significance of Leaf Morphology in *Crataegus* (Rosaceae). *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 101: 457-469 p.
- Nieto-Ángel R. y M. W. Borys. 1991. El tejocote (*Crataegus* spp.) en México: avances en el estudio de los recursos ritogenéticos en México. *In*: Ortega P., R. G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). *Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. (SOMEFI)*, Chapingo, México. pp. 309-324.
- Nieto-Ángel R. y M. W. Borys. 1992. Banco de germoplasma de tejocote (*Crataegus* spp.) de la republica mexicana. *Revista Chapingo* 77: 126-130 p.
- Phipps, J. B. 1983. Biogeographic, Taxonomic and Cladistic Relationships between East Asiatic and North American *Crataegus*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 70: 667-700 p.
- Phipps, J. B. 1997. Monograph of Northern Mexican *Crataegus* (Rosaceae, subfam. *Maloideae*). The University of Western Ontario. Department of Plant Science. London, Ontario, Canada. 93 p.
- Phipps, J. B. 2003. Hawthorns and Medlars. *Plant Collector Guide*. Royal Horticultural Society. Timber Press. Portland, USA. 139 p.

Vid silvestre (*Vitis* spp.) recurso fitogenético con usos potenciales interesantes

José Refugio Tobar Reyes¹, Omar Franco Mora², Juan Guillermo Cruz Castillo³, Efraín Castañeda Hernández⁴, Gabriel Alejandro Iturbide⁵, Sergio Rivas Alvarado⁶, Jesús Loera Corrales⁷, Cuauhtémoc Jacques Hernández⁸ y Ángel Salazar Bravo⁹.

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ingeniería Agrohídrica. Correo electrónico: refugio71@hotmail.com. ²Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Correo electrónico: ofrancom@uaemex.mx. ³Universidad Autónoma Chapingo. CRUO. Correo electrónico: jcruzcastillo@yahoo.com. ⁴Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán. Correo electrónico: efraintec72@hotmail.com. ⁵Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Durango. Correo electrónico: ghiturbide@hotmail.com. ⁶Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Durango. Correo electrónico: snrivas@hotmail.com. ⁷Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Durango. Correo electrónico: jloerac@yahoo.com. ⁸Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Transferencia de Tecnología. Centro de Biotecnología Genómica. Correo electrónico: aguilaquecae@yahoo.com. ⁹Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Transferencia de Tecnología. Centro de Biotecnología Genómica. Correo electrónico: asalazarb@ipn.mx.

Resumen

La vid silvestre es una planta trepadora autóctona de amplia distribución y diversidad morfológica, la cual corre peligro en México a causa del avance de la deforestación. Las vides silvestres son sumamente importantes debido a la multiplicidad de los usos que se les han conferido, sobre todo aquellos aplicables al campo de la etnobotánica, ya que es factible emplearlas en la prevención y la atenuación de síndromes metabólicos que afectan a gran parte de la población, a partir de la elaboración de infusiones obtenidas de sus hojas, raíces o frutos. Asimismo, por su rusticidad, poseen características favorables para ser aprovechadas como portainjertos. Gracias a la rusticidad mencionada, las vides silvestres exhiben en campo atributos favorables, por ejemplo, raíces con notable tolerancia al ataque de insectos perforadores y a la infección de enfermedades fungosas o bacterianas. La misma característica ayuda a que durante la época de primavera y verano el follaje presente baja incidencia de insectos o de agentes fitopatógenos, lo cual puede originar malformaciones o síndromes causados por virus, bacterias u hongos. Sin embargo, cabe señalar que a pesar de lo mencionado anteriormente, en Huatusco, Veracruz, en plantas mantenidas en la colección de trabajo del Centro Regional Universitario Oriente (CRUO), se encontraron algunas plantas de *Vitis* spp. con presencia de *phylloxera*. Por otra parte, se hizo prospección y colecta de material genético en los estados de Campeche, Durango, Oaxaca, Querétaro y Yucatán. Es importante destacar que las vides silvestres también son ampliamente usadas en la gastronomía.

Introducción

En lo referente al potencial alimenticio, las plantas de vid silvestre producen uvas de tamaño pequeño, es decir, de hasta 5 mm de diámetro. Generalmente son ácidas y con semillas grandes, hasta cuatro de estas por baya, y son utilizadas para su consumo fresco cuando contienen altos valores superiores a los 13 grados Brix. Los frutos se revuelven con azúcar y hielo para elaborar una bebida fría o son empleados para producir vinos artesanales.

En cuanto al potencial farmacológico, las plantas de las vides silvestres producen una abundante cantidad de productos naturales de bajo peso molecular. La mayoría de estos compuestos desempeñan un papel importante en la defensa que presentan las plantas ante infecciones o condiciones que inducen estrés. Dos agentes antimicrobianos corresponden a moléculas secundarias: fitoanticipinas y fitoalexinas.

Las primeras son inhibidoras preformadas antes de las infecciones ocurridas en las plantas, mientras que las fitoalexinas se sintetizan cuando las plantas son atacadas por organismos patógenos (Borriello *et al.*, 2010).

El resveratrol es un compuesto con acción antidiabética, antiobesidad, anticancerígena y antigenotoxicidad etanólica, al igual que posee un efecto que previene enfermedades cardiovasculares y enfermedades degenerativas. Diversos estudios han examinado las propiedades farmacológicas del resveratrol y su relación con muchas enfermedades humanas. Debido a que la inflamación puede conducir a un mayor estrés oxidativo, un ciclo que se asocia con muchas enfermedades, los efectos antioxidantes y antiinflamatorios del resveratrol ejercen una función crucial en el tratamiento terapéutico; aunque es necesario continuar con la evaluación de los mecanismos de acción.

Además de las propiedades anteriormente expuestas, el resveratrol tiene propiedades antibacterianas. Otro estudio ha informado acerca de sus efectos positivos en la longevidad, ya que activa a Sirtuin-1, una coenzima que induce la autofagia. (Docherty *et al.*, 2007; Morselli *et al.*, 2010). Además, el resveratrol tiene efectos protectores sobre algunos trastornos de la piel y puede ser utilizado para el tratamiento de convulsiones agudas y para prevenir la incautación aguda o el estado epiléptico que induce el desarrollo de la epilepsia crónica, caracterizada por convulsiones espontáneas y recurrentes y disfunción cognitiva (Harper *et al.*, 2007; Shetti, 2011).

Materiales y métodos

Se realizaron las actividades concernientes a la ejecución del proyecto estipulado para el periodo 2011-2012, en los estados en donde la Red Vid tiene influencia: Veracruz, Estado de México, Puebla, Durango y Tamaulipas. Los materiales y los suministros utilizados fueron operados independientemente por cada integrante de la red. Es necesario destacar que se hizo uso de instalaciones, equipos, terrenos y bienes inmuebles que constituyen el patrimonio de las diversas instituciones a las que el personal está adscrito.

Resultados y discusión

Se ofreció mantenimiento y atención a las accesiones existentes en tres Instituciones en donde se

actualmente se trabaja con vid silvestre. Se acrecentaron accesiones en Durango y se realizó la georreferenciación de vid silvestre en la barranca Nombre de Dios, ubicada en el estado de Durango (Figura 1).



Colecta de vid silvestre

Se realizaron colectas en Campeche, Hidalgo, Oaxaca, San Luis Potosí, Querétaro y Yucatán, la cuales se mantendrán dentro de la colección de trabajo, puesto que se obtuvo enraizamiento irregular y además se requiere del material para acopiar datos sobre su adaptación, así como favorecer el engrosamiento de los tallos con la intención de continuar con la injertación. Muchas de las accesiones se perdieron debido a que se presentó falso enraizamiento, probablemente por que estuvieron siete días sin humedecerse, ya que el manejo se realizó en seco desde la colecta de las estacas hasta su siembra. Algunos ejemplares estuvieron dos días sin humedad y fue en estos casos donde ocurrieron la formación de un callo parecido a la brotación de yemas foliares; pero no se presentó emisión de raíces. Después se presentó la muerte progresiva del follaje de las estacas. Actualmente se tienen cuatro ejemplares con follaje nuevo. Dos provenientes de Querétaro y dos de San Luis Potosí (Figura 2).



Figura 2. Primera brotación en accesiones de Querétaro y de San Luis Potosí. A) Brote en elongación. B) Hojas extendidas. C) Exhibición del pámpano completamente desarrollado.

Identificación de poblaciones con problemas de invasión de *Phylloxera* e identificación de material sobresaliente

Los principales problemas fitosanitarios que se encontraron en las plantas de vid silvestre establecidas en el CRUO tienen relación con el ataque a las hojas producido por coleópteros y ortópteros. Asimismo, en algunas plantas se observó el ataque de *Phylloxera* (Figura 3). Cabe indicar que se llevó a cabo la ubicación de las plantas de *Vitis* spp. que crecen con presencia y ausencia de *phylloxera* en el CRUO.

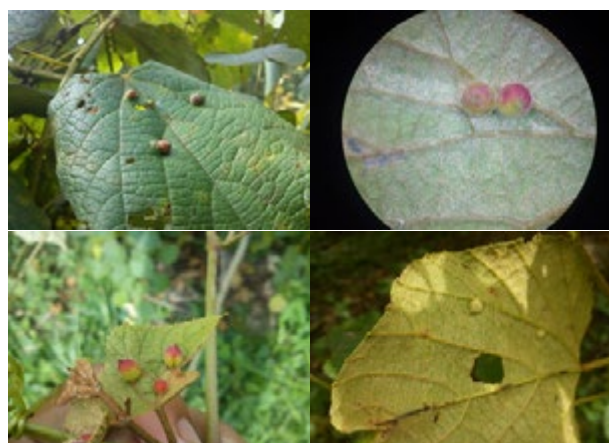


Figura 3. Sanidad de colectas del CRUO. A) Hoja con agallas provocadas por *phylloxera* B) Agallas en el envés de la hoja de vid. Foto tomada con microscopio. C) Hoja tierna con presencia de *phylloxera* en el envés. C) Ataque de *phylloxera* en plantas de vid.

Se evaluaron cinco accesiones prometedoras a partir de las variables biofísicas, lo cual originó resultados interesantes en cuanto a peso y sólidos solubles totales (SST). Los resultados de la evaluación mostraron una accesión relevante proveniente del estado de Puebla, de la cual actualmente se poseen alrededor de 60 plántulas para evaluar sus características.

Uso de plantas de vid silvestre como portainjertos de vides comerciales en Huatusco y Estado de México

Se llevaron a cabo 70 injertos de *Vitis vinifera* en individuos de *Vitis* spp., solamente prosperó uno; sin embargo, en primavera se volverá a efectuar la injertación. Lo anterior pudo deberse a que la injertación se realizó a finales de otoño.

Fortalecimiento de la Red Vid

Se realizaron dos reuniones de la red en las cuales se revisó el plan estratégico. La primera fue llevada a cabo en Ciudad Serdán, Puebla, y la segunda en instalaciones de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), a la cual se incorporó personal del Instituto Politécnico Nacional (IPN). La Red Vid logra avances constantemente y la filosofía del personal, así como sus acciones están enfocadas para que el recurso esté disponible para el sector social antes que para el empresarial, ya que la filosofía mercantilista genera desigualdad. Por ello, a la fecha, en Puebla, Guerrero y el Estado de México, se está trabajando con productores artesanales de licor elaborado a partir de vides silvestres. Asimismo se atendió a las invitaciones efectuadas por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) para asistir algunos de los eventos organizados.

Productos entregables e indicadores de impacto

El impacto de esta investigación esencialmente es de carácter social, puesto que existe la posibilidad de prevenir el síndrome metabólico en la población en edad de riesgo. Otro beneficio es posible al aprovechar el follaje y las uvas de las vides silvestres con la finalidad de mejorar la dieta de la población en ciertas áreas de influencia.

Los productos entregables consistieron en una base de datos pasaporte de las 45 colectas realizadas; la identificación de un material sobresaliente en relación al peso y a los SST; un protocolo de mejoramiento genético, elaborado hasta la fase de injertación; y un plan estratégico actualizado.

Conclusiones

Existen experiencias exitosas con la especie en México. Hay un amplio número de posibilidades para posicionar a las vides silvestres debido a su uso en la farmacología, la alimentación y la mejora vegetal realizada mediante patrones. El enfoque para el proyecto es promocionar dichas bondades entre la sociedad y establecer varetas en huertos de traspatio, y si es posible crear huertas.

Bibliografia

- Borriello, A., V. Cucciolla, F. D. Ragione and P. Galletti. 2010. Dietary Polyphenols: Focus on Resveratrol, a Promising Agent in the Prevention of Cardiovascular Diseases and Control of Glucose Homeostasis. *Nutrition Metabolism Cardiovascular Diseases* 20(8): 618-625.
- Docherty, J. J., H. A. McEwen, T. J. Sweet, E. Bailey and T. D. Booth. 2007. Resveratrol inhibition of *Propionibacterium acnes*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 59(6): 1182-1184.
- Harper, C. E., B. B. Patel, J. Wang, A. Arabshani, I. A. Eltoum and C. A. Lamartiniere. 2007. Resveratrol Suppresses Prostate Cancer Progression in Transgenic Mice. *Carcinogenesis* 28(9): 1946-1953.
- Morselli, E., M. C. Maiuri, M. Markaki, E. Megalou, A. Pasparaki, K. Palikaras, A. Criollo, L. Galluzzi, S. A. Malik, I. Vitale, M. Michaud, F. Madeo, N. Tavernarakis and G. Kroemer. 2010. Caloric restriction and resveratrol promote longevity through the Sirtuin-1-dependent induction of autophagy. *Cell Death and Disease*. 1(1): e10.
- Shetty, A. K. 2011. Promise of Resveratrol for Easing Status Epilepticus and Epilepsy. *Pharmacology & Therapeutics*. 131(3): 269-286.

Hortalizas

Evaluación y aprovechamiento sustentable del germoplasma de camote (*Ipomoea batatas*)

Francisco Alberto Basurto Peña¹, David Martínez Moreno², Tobías Rodríguez Ramírez³, Delia Castro Lara⁴, Virginia Evangelina Olivia⁵, Myrna Mendoza⁶, Judith Espinosa⁷, Dora Centurión⁸, Adriana Caballero Roque⁹, Jorge Álvarez¹⁰, Lintzy Vaylón¹¹, Tania Escobar¹² y Juan Carlos González¹³.

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: abasurto@ibiologia.unam.mx. ²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Biología. Correo electrónico: damartin@siu.buap.mx. ³Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Biología. Correo electrónico: tobrog@hotmail.com. ⁴Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: dcastro@ibiologia.unam.mx. ⁵Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Correo electrónico: voliva@ibiologia.unam.mx. ⁶Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Correo electrónico: myrna@ibiologia.unam.mx. ⁷Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Correo electrónico: juespinosa@hotmail.com. ⁸Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Correo electrónico: juespinosa@hotmail.com. ⁹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Correo electrónico: adriana.caballero@unicach.mx. ¹⁰Escuela Mexicana de Cocina. Correo electrónico: jorgealvarez-jmeditores@hotmail.com. ¹¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: abasurto@ibiologia.unam.mx. ¹²Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: abasurto@ibiologia.unam.mx. ¹³Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: abasurto@ibiologia.unam.mx.

Resumen

Con el fin de contribuir al conocimiento acerca de las formas de aprovechamiento y de conservación del camote en México, durante el periodo comprendido entre noviembre del año 2011 hasta noviembre del año 2012, se recolectaron 75 accesiones, las cuales se depositaron junto con sus respectivos datos pasaporte en el banco designado por el SINAREFI, ubicado en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México. Actualmente se cuenta con la obra: *Recetario del camote (Ipomoea batatas) en la región golfo*, la cual se encuentra en la fase de diseño. Cuando se concluya dicha fase se procederá a la impresión de los ejemplares correspondientes. También se elaboró el documento titulado: *Los carritos camoteros: una forma tradicional de preparación y consumo de camote*. Ambas obras se encuentran en el proceso de obtención del ISBN. Se llevó a cabo el desarrollo del plan estratégico de la Red Camote y se realizó una reunión de la red en el mes de junio del año 2012. Se llevó a cabo la Primer Feria del Camote en la ciudad de Puebla, en las instalaciones de la Escuela de Biología, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Dicho evento se efectuó en coordinación con la Cuarta Semana de Etnobotánica: Miguel Ángel Martínez Alfaro. La red contribuyó con la presentación de siete conferencias, la participación en una mesa redonda y la realización de una degustación de platillos elaborados a partir del camote.

Introducción

El camote se cultiva en 25 estados de la república mexicana (SIAP, 2012). En México esta especie se utiliza principalmente como alimento en platillos dulces; sin embargo, en la zona del golfo de México,

es frecuente su empleo en la elaboración de guisos salados. El dulce de joloche y el pozol de camote destacan como dos formas de uso tradicional en esta zona del país.

A pesar de la importancia económica y cultural, el camote es una especie escasamente representada en los diversos bancos de germoplasma del país (Contreras, 1978). Debido a lo anterior es necesario documentar la diversidad existente de esta especie en el país, contribuir a su resguardo en los bancos de germoplasma mediante el trabajo de colecta y registrar y sistematizar el conocimiento tradicional del cultivo y el aprovechamiento de esta planta.

Materiales y métodos

Se recabó información acerca de los diferentes temas relacionados con el camote, como lo son la producción agrícola; las formas de transformación y de comercialización; los diferentes modos de aprovechamiento; y la problemática del cultivo. Lo anterior se logró a través de las técnicas de exploración etnobotánica (Hernández, 1990), entre las que se incluyen la revisión bibliográfica; las visitas a productores y a mercados; las entrevistas abiertas y estructuradas realizadas a comerciantes, productores y consumidores; y la colecta botánica y etnobotánica.

Resultados y discusión

Durante este periodo se realizaron salidas para recolectar material germinal de camote (*Ipomoea batatas*) y efectuar el registro de su información etnobotánica en los siguientes estados de la república: Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos y Puebla. Además se efectuó trabajo etnobotánico en el estado de Tabasco. Para realizar la colecta de germoplasma y la recopilación de información etnobotánica referente al cultivo y al aprovechamiento del camote, se visitaron a los productores de dicho cultivo.

Se recolectaron 75 accesiones de camote, las cuales se depositaron con sus respectivos datos pasaporte en el Centro de Conservación de Semillas Recalcitrantes Clima Subtropical, situado en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México.

En el estado de Tabasco y parte del estado de Veracruz se efectuó la recopilación y la adecuación de recetas elaboradas a partir del camote, las cuales se incluyen en el *Recetario de camote*, mismo que está conformado por un total de 58 recetas.

Del 8 al 12 de octubre del año 2012 se realizó la Primera Feria del Camote, en las instalaciones de la Escuela de Biología de la BUAP, en el marco de la Cuarta Semana de la Etnobotánica: Miguel Ángel Martínez Alfaro, en la cual se presentaron siete conferencias con la colaboración de académicos de la BUAP, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) y de la Escuela Mexicana de Cocina.

Se participó en una mesa redonda, la cual contó con la intervención de productores de los municipios de Atlixco, Huaquechula y Puebla, pertenecientes al estado de Puebla; representantes de dos instancias públicas estatales, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT); alumnos y profesores de la Escuela de Biología de la BUAP; y público en general.

Asimismo se realizó una degustación de platillos preparados con camote, en la que participaron un chef y alumnos de la Escuela de Turismo y de la Escuela de Biología de la BUAP. La Primer Feria del Camote contó con una asistencia de más de 600 participantes durante los cinco días que se efectuó.

Con el objetivo de elaborar el documento *Los carritos camotereros: una forma tradicional de consumo y aprovechamiento del camote (Ipomoea batatas)*, se realizaron entrevistas a vendedores de camote horneado, de las ciudades de México y Puebla y del municipio de Ixtapan de la Sal, en el Estado de México.

Se actualizó el plan estratégico de la Red Camote y se incluyeron nuevos colaboradores con la finalidad de fortalecer a la red, por lo que actualmente está integrada por 13 participantes, entre los que se incluyen biólogos, ingenieros en alimentos, biotecnólogos y chefs, pertenecientes a cinco instituciones diferentes.

En el mes de junio se realizó la reunión de la red, programada para llevarse a cabo con la participación del evaluador técnico de la Macro Red Hortalizas del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Como resultado de esta actividad, actualmente se cuenta con una propuesta de documento acerca del diagnóstico del camote, actualizada y complementada de acuerdo a los lineamientos del SINAREFI, la cual está incluida en el plan estratégico de la Red Camote.

Productos entregables e indicadores de impacto

Los productos comprometidos con el SINAREFI por parte de la Red Camote para el periodo de noviembre del año 2011 a noviembre del 2012 fueron:

75 accesiones de camote, las cuales se entregaron con los datos pasaporte correspondientes al centro de conservación designado. Con lo anterior se incrementa la representación de este cultivo en los bancos de germoplasma y se obtiene un tercio del número considerado por parte de la red como el mínimo necesario para tener una adecuada representación de la diversidad existente de esta especie en el país.

Se llevo a cabo el *Recetario de camote de la región golfo*, del cual se imprimirán 1 000 ejemplares.

Se elaboró el documento *Los carritos camoteros: una forma tradicional de preparación y consumo de camote (Ipomoea batatas)*.

Se efectuó una reseña bibliográfica y fotográfica de la Feria de Semillas, denominada Primera Feria del Camote, la cual se realizó del 8 al 12 de octubre del año 2012, con la participación de cuatro instituciones de educación superior; siete conferencistas; productores de los municipios de Atlixco y Huaquechula del estado de Puebla; representantes de agencias gubernamentales del estado de Puebla; y alumnos y profesores de la BUAP. La feria contó con la asistencia de más de 600 personas durante los cinco días del evento.

Se realizó la propuesta del plan estratégico, en el cual están plasmadas las siguientes actividades prioritarias: continuar con la recolecta y el registro de la diversidad de las especies y de sus formas de aprovechamiento en las distintas zonas del país; iniciar con la caracterización bromatológica de las accesiones y caracterizar los materiales en lo que se refiere al contenido de almidón y su potencial como fuente del mismo para la industria; e iniciar con las propuestas para la creación de nuevos productos derivados del camote.

Conclusiones

La red se fortaleció con la incorporación de personal adscrito a diversas instituciones, entre ellas

la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la BUAP, la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), la UJAT y la Escuela Mexicana de Cocina. Con tal acción se logró la participación de expertos en especialidades como biotecnología, etnobotánica, fisiología, gastronomía, ingeniería de alimentos y química.

Se realizó un importante incremento de la colección de germoplasma del centro de conservación ubicado en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México. A la fecha se han entregado más de 150 accesiones con sus respectivos datos pasaporte.

Se logró un avance en el conocimiento acerca de los modelos de conservación *in situ* del camote y de la agrobiodiversidad existente en el país.

Se adquirió un mayor conocimiento relacionado con la etnobotánica de la especie y con las cadenas productivas.

Se dio inicio a la elaboración de las publicaciones referentes a temas específicos del camote.

Bibliografía

- Contreras, J. 1978. Camote. In: T. Cervantes (ed). Recursos genéticos disponibles en México. SOMEFI. Chapingo, Estado de México. pp. 369-373.
- Hernández X., E. 1985. Exploración etnobotánica y su metodología. Xolocotzia I. Revista de Geografía Agrícola 163-168.
- SIAP. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA.

El chayote (*Sechium spp.*) un recurso fitogenético mesoamericano

Jorge Cadena Íñiguez¹.

¹Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México A. C. Correo electrónico: red.chayote@sinarefi.org.mx.

Resumen

El Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, A. C. (GISEM), realiza investigaciones para rescatar, conservar y caracterizar las especies de chayote (*Sechium spp.*), el cual es un recurso mesoamericano incluido en el marco del Plan Nacional de Acción, diseñado por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Durante este periodo se implementó un programa de mejoramiento genético participativo de chayote, mediante la creación de una estructura para realizar la evaluación, caracterización y selección de genotipos con características que el mercado nacional e internacional demanda. Se establecieron y multiplicaron *in vitro* los genotipos por diferentes vías organogénicas, en dos tipos de tejidos, segmentos de tallo y yemas axilares. Se llevó a cabo la agrupación de productores independientes, como parte de la integración de esfuerzos para la realización de un bien común; se elaboró una propuesta de guía de certificación de huertas comerciales; se conservaron *ex situ* los genotipos de chayote recolectados; se diseñó un programa de manejo y uso sustentable de recursos genéticos con potencial de mercado; y como parte de las principales rutas se desarrolló un programa permanente de mejoramiento para la generación de nuevas variantes de chayote comestible con fines de exportación y para el consumo en fresco (verdura), así como para el empleo en la industria botanera del mercado nacional. Finalmente se generaron variantes amargas para la industria de bebidas deportivas, además de las variantes con alto potencial antiproliferativo-antineoplásico e inmunomodulador y como hipoglucemiante para la industria farmacológica y el sector salud.

Introducción

El chayote es una especie neotropical de importancia alimentaria, originaria de la parte mesoamericana de México. Estudios recientes demostraron el riesgo en el que se encuentra la biodiversidad de los chayotes cultivados debido al desplazamiento de los tipos locales de traspatio por el tipo comercialmente más exitoso (verde liso), además de las talas inmoderadas en áreas boscosas que destruyen el hábitat de los parientes silvestres. En México, en los estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca, se encuentran áreas que presentan la mayor diversidad genética de este género en el mundo. Aun cuando el chayote representa una importancia social, económica, cultural y ambiental para México, no había sido abordado en un proceso de investigación integral que permitiera establecer una vinculación con el usuario y el consumidor del mismo.

Es importante considerar que México era el segundo exportador mundial de chayote verde liso; sin embargo, gracias a los esfuerzos de investigación y a la vinculación de la Red Chayote a nivel nacional, actualmente México es el primer productor y exportador mundial a partir del año 2008, siendo el estado de Veracruz el principal productor a nivel nacional, el cual aporta cerca del 80 % del volumen y representa el cuarto cultivo prioritario en la entidad. Debido a lo anterior, el GISEM tiene la misión de desarrollar las estrategias necesarias que promuevan la conservación, investigación, protección legal y desarrollo del chayote mexicano (*Sechium spp.*), con el objetivo de contribuir a su conocimiento científico y desarrollo tecnológico, por medio de la generación de satisfactores para la sociedad, que permitan su revalorización como recurso fitogenético de prioridad nacional.

La visión del GISEM es ser un grupo de investigación que intervenga en las estrategias de conservación y registro de tecnología y de material biológico caracterizado y mejorado, a través de la calidad de sus contribuciones científicas, así como influir de tal modo que las patentes desarrolladas tengan un impacto y trascendencia nacional e internacional. Para llevar a cabo lo anterior se ha establecido como prioridad desarrollar un Programa Nacional de Conservación e Investigación de la Biodiversidad del Chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.].

Una de las principales acciones al respecto, ha sido la recolecta de los tipos biológicos de chayote en 11 entidades de México, en el noroeste de Guatemala y en el valle de Ujarras, en Costa Rica. Además de la creación del Banco Nacional de Germoplasma de Chayote (BANGESE), la caracterización de los materiales colectados, el establecimiento de la guía técnica de descriptores varietales, el registro como variedades de uso común y la adquisición de los derechos de obtentor.

Dichas acciones se enmarcan dentro del Plan Nacional de Acción, diseñado por el SINAREFI, mediante el cual se promueven cuatro grandes líneas de acción y 20 estrategias, de las cuales se han abordado 18, que en suma integran el plan estratégico de la Red Chayote (Figura 1).

Plan estratégico del género <i>Sechium</i> (Red Chayote)																				
Género	Conservación <i>in situ</i>				Conservación <i>ex situ</i>				Uso y potenciación						Creación de capacidades					
<i>Sechium</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Chayote	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Figura 1. Líneas de acción del plan estratégico atendidas por la Red Chayote.

Materiales y métodos

Conocer la variación biológica de un recurso genético es importante para realizar las acciones de conservación y los estudios de mejoramiento genético, así como para poder presentar un gran número de posibilidades a la industria, al comercio y al consumidor final. Por ello es importante incluir una

enorme variación biológica a través de acciones de recolecta en la mayor cantidad de sitios agroecológicos posibles, llevando una estadística que permita realizar el seguimiento y la trazabilidad en cuanto al papel cultural y económico que el recurso vegetal guarda, como en el caso de los chayotes (Figura 2).

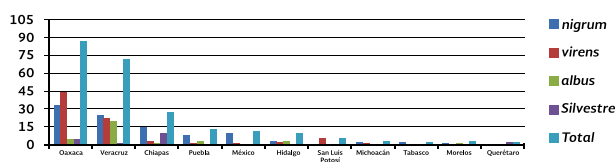


Figura 2. Distribución de la riqueza genética de los grupos varietales de chayote en 11 estados de México (2005-2011).

Cuando se recolectan las plantas en campo para integrarlas como accesiones a los bancos de germoplasma, se acompañan con cierta información llamada *datos pasaporte*, con el fin de respaldar la procedencia, las condiciones agroecológicas originales y los usos que permitan al responsable de la colección en campo su manejo y su conservación. Además existe otra información de índole socioeconómica que ayuda a dirigir los programas de mejoramiento y que está determinada por las preferencias de los consumidores, quienes inician la conservación y diferenciación genética de este recurso.

Resultados y discusión

La Figura 3 muestra que la mayoría de los grupos varietales de chayote están siendo conservados en condiciones de traspato por mujeres, seguido de las huertas comerciales relacionadas con hombres, y el resto se ubican en caminos y áreas naturales con chayotes silvestres.

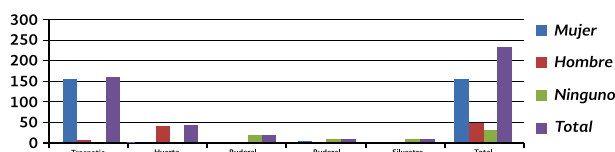


Figura 3. Distribución de condiciones de conservación *ex situ* indirecta y del actor social, con variantes de chayote.

Una relación importante en la conservación y auspicio de las variantes biológicas de muchos recursos genéticos está dada por la preferencia de los consumidores. En el caso del chayote, se ha encontrado que el principal actor social en este ámbito es la *mujer rural*, la cual tiene una marcada preferencia por las plantas que producen frutos de color verde claro, seguido de frutos verde oscuro, amarillo y verde muy oscuro. Estos últimos están muy relacionados con poblaciones donde se habla alguna lengua mesoamericana (Figura 4 y 5).

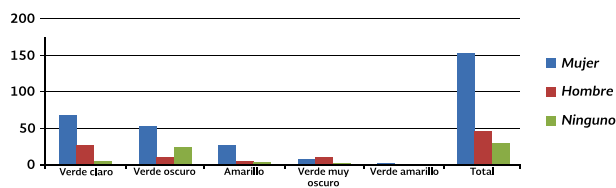


Figura 4. Distribución de preferencias de los consumidores rurales del chayote por color de la epidermis del fruto.

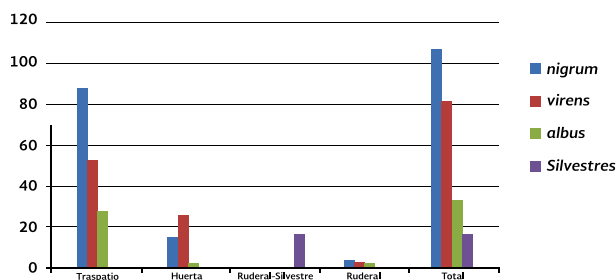


Figura 5. Distribución de las condiciones de conservación o auspicio a los principales grupos varietales de chayote como conservación *ex situ* en áreas rurales.

Lo anterior repercute directamente en la historia de vida del grupo varietal, por ejemplo; las variantes de chayote agrupadas en *virens* y *nigrum* (chayotes de epidermis verde claro y verde oscuro, respectivamente) tienen mayor preferencia, por último se encuentran las variantes *albus* (chayotes de epidermis amarilla).

La Red Chayote implementa anualmente investigaciones destinadas a conservar y potenciar el reservorio genético de los chayotes, lo anterior con el fundamento en que los recursos fitogenéticos constituyen la base biológica de la seguridad alimentaria del mundo y de

que en dichos recursos se encuentra la diversidad del material genético contenido en los parientes silvestres y las variedades tradicionales y modernas. Las actividades de investigación para el año 2010-2011 se encuentran expuestas en el siguiente cuadro.

Actividad	Actividad	Actividad
Estudio de los recursos fitogenéticos del chayote.	Mantenimiento de accesiones de colección núcleo del BANGESE.	Fortalecimiento de la red. Impresión de publicación técnica con ISBN.
Diferenciación de variedades mediante el revelado de código de barras del ADN: basado en secuencias de ADN de plástidos <i>rcbL</i> y <i>matK</i> .	Diseño de un modelo de utilidad (línea de lavado, secado, selección, encendido-secado) para dar valor agregado al chayote como agroproducto exportable.	II FASE: evaluación de la actividad antitumoral de extractos crudos de <i>S. chinantlense</i> , <i>S. compositum</i> y del híbrido H-387.
Reproducción <i>in vitro</i> de accesiones de la colección núcleo del BANGESE, en el municipio de Huatusco, Veracruz.	Diseño de un curso teórico-práctico de marco lógico, que indique la ruta de recolecta, conservación, diseño de descriptores varietales, aplicación, validación y distinción de variedades para registro.	Publicación con registro ISBN del <i>Modelo de mejoramiento participativo en chayote</i> .

Para fortalecer la competitividad del sistema de producción de chayote, con énfasis en la exportación, se ha diseñado un sistema para reducir los riesgos producidos por agentes biológicos, físicos, químicos y mecánicos, durante el empaque de frutos frescos de chayote y de sus variedades, desde el cuidado limpio y el manejo eficiente hasta las buenas prácticas de post-cosecha. El GISEM, a través de la Red Chayote, continúa con la contribución al estado del arte y generación de tecnología de chayote en México.

Se ha implementado un programa de mejoramiento genético participativo de chayote, mediante la creación de infraestructura para realizar la evaluación, caracterización y selección de genotipos con características que el mercado nacional e internacional demanda. La metodología aplicada fue la selección masal visual estratificada y se realizaron evaluaciones en diferentes ambientes (localidades) para efectuar los ensayos de adaptación.

Actualmente el BANGESE está constituido por cinco secciones con su correspondiente número de colectas: sección Cañada (la antigua), 47 colectas vivas; sección Ladera anterior, 104 colectas vivas; sección Ladera nueva, 47 colectas vivas y 15 más por establecer; sección Híbridos: 12 colectas; y sección

Silvestres: 40 colectas (solo sotobosque, sin contar las del bosque), con un total de 250 accesiones vivas y establecidas, 15 aún por establecer por reposición y 45 en bolsa de polietileno en proceso de documentar. El total de colecta de las cinco secciones es de 310 accesiones vivas, las cuales se han regenerado a través de injertación. Adicionalmente se han regenerado 47 accesiones a través de esquejes y de siembra en suelo.

Con objeto de establecer y multiplicar *in vitro*, por diferentes vías organogénicas, en dos tipos de tejidos, segmentos de tallo y yemas axilares, se evaluaron dos concentraciones de hipoclorito de sodio, al 1.25 y 2.5 %, y cuatro tiempos de desinfección durante 5, 10, 15 y 20 minutos, para el establecimiento inicial a partir de yemas axilares y segmentos de tallo. Con la finalidad de efectuar la multiplicación por organogénesis directa, se establecieron tratamientos para las combinaciones en el cual se emplearon reguladores de crecimiento: ANA (0.05, 0.1 y 0.15 mg l⁻¹), BA (0.5, 1.0 y 1.5 mg l⁻¹) y el testigo, el cual fue el medio MS sin reguladores de crecimiento. La mejor combinación fue la concentración de 1.25 % de hipoclorito de sodio durante 10 minutos para yemas axilares y de 2.5 % de hipoclorito de sodio durante 15 minutos para segmentos de tallo, mientras que la mejor respuesta para formación de brotes se logró con una combinación de ANA (0.2 mg l⁻¹) y BA (0.5 mg l⁻¹).

Con la intervención de los *actores rurales* se ha conformado una red nacional de productores exportadores, cuyo principio fundamental es la conformación de la red a través de la agrupación de productores independientes. Esta red tiene como misión la integración de esfuerzos para la realización de un bien común, con capacidad de replicación a otros núcleos sociales, creando una plataforma de generación de riqueza social y material y de educación no formal de los participantes, a través de la capacitación, la producción sostenida para la creación de empleos y la atracción de divisas, lo cual permite la diversificación regional económica y tecnológica.

El comercio internacional y la exigencia del consumidor han generado la necesidad de crear mecanismos de control de la producción, por lo que en los últimos años se han creado diferentes tipos de certificación. La certificación, en el caso de la producción de hortalizas, es un procedimiento por medio del

cual se asegura que el proceso productivo se ajusta a las normas o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacional e internacional, con la finalidad de garantizar la calidad e inocuidad del producto. Algunas certificaciones surgen como iniciativa de los miembros de la cadena de producción y de comercialización, tales como el esquema EurepGAP, el cual es uno de los más consolidados, así como otras certificaciones que surgen por iniciativa de los gobiernos de las naciones, como la certificación México Calidad Suprema.

Los aspectos que se involucran con la certificación son la aplicación de los principios del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) y de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), los cuales están relacionados con el cuidado del medio ambiente y el bienestar de los trabajadores. Además deben desarrollarse los lineamientos o documentos normativos del esquema y efectuarse las evaluaciones necesarias a través de auditorías realizadas por parte de una tercera instancia para verificar el cumplimiento de la normatividad y obtener la certificación.

Las BPA son todas las acciones que se realizan en la producción de hortalizas, desde la preparación del terreno y la cosecha hasta el embalaje y el transporte, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, sin deteriorar el medio ambiente, ni atentar contra la salud y el bienestar de los trabajadores. Los productores deben tener control de la contaminación del aire, del suelo y del agua, así como del uso de fertilizantes químicos, abonos naturales y plaguicidas, etcétera. Aunque la aplicación de las BPA es voluntaria, el comercio exigirá que dichas prácticas se apliquen cada vez más.

A partir de la necesidad de diseñar alimentos funcionales y nutraceuticos, existe una especial atención enfocada al chayote, debido a que hoy día la sociedad occidental muestra una creciente preocupación en lo relacionado con su salud y con los alimentos que consume. Los alimentos que se basan en funciones nutricionales, por contener un compuesto bioactivo, actualmente están siendo promocionados y ha habido un incremento en su producción y consumo en los últimos años, debido que forman parte de una dieta usual y muestran beneficios fisiológicos o reducen el riesgo de adquirir una enfermedad crónica.

Recientemente el GISEM ha identificado que algunas variantes biológicas de chayote contienen moléculas con actividad antitumoral, así como altos niveles de ácido fólico en estado fresco, lo cual refuerza la posibilidad de diseñar un programa de manejo y de uso sustentable de los recursos genéticos de chayote con potencial comercial, como es el caso de los productos gamma o los productos mínimamente procesados, es decir precortados.

A través de las accesiones preservadas en el BANGESE, así como de acciones concertadas con productores participantes, se ha desarrollado de forma permanente un programa de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo con los recursos fitogenéticos del género *Sechium*.

La orientación de dicho programa obedece a distintos objetivos por lo que como principales rutas de desarrollo se encuentran la generación de nuevas variantes de chayote comestible con fines de exportación y para el consumo en fresco (verdura), así como su empleo en la industria botanera del mercado nacional; y la creación de variantes amargas para la industria de bebidas deportivas y de variantes con alto potencial antiproliferativo-antineoplásico e inmunomodulador, así como hipoglucemiante para la industria farmacológica y el sector salud.

Productos entregables e indicadores de impacto

Modelo donde se establecen las premisas para realizar mejoramiento participativo con productores de chayote.

Propuesta de guía de certificación de huertas comerciales de chayote.

Base de datos pasaporte de 250 materiales establecidos en el BANGESE.

Croquis actualizado con la distribución de las accesiones en las áreas definidas en el BANGESE.

Protocolo para propagación y conservación *in vitro* de genotipos de chayote.

Modelo de manejo y uso sustentable del chayote.

Trámites de registro de patente del compochin como agente atineoplásico, el cual es un extracto crudo del fruto y de la parte vegetativa de *Sechium chinantlense* y *Sechium compositum*, el cual presentó actividad antitumoral *in vitro*.

Conclusiones

La conservación de los recursos fitogenéticos depende en gran medida de la demanda y el uso del recurso, tanto del usuario como del consumidor, lo que a su vez depende del grado de conocimiento que se tenga de estos y el nivel de socialización que se haga de ese conocimiento. Es fundamental crear redes de productores y establecer una plataforma de generación de riqueza social y material, así como de educación no formal de los participantes a través de la capacitación y la producción sostenida para la creación de empleos y la atracción de divisas que permitan la diversificación regional económica y tecnológica.

Los recursos genéticos de chile (*Capsicum* spp.) en México: estudio, conservación y utilización

Luis Latournerie Moreno¹, Víctor Heber Aguilar Rincón², Porfirio López López³, Moisés Ramírez Meraz⁴, Tarsicio Corona Torres⁵, Higinio López Sánchez⁶, Araceli Aguilar Meléndez⁷ y Juan Apolinar Aguilar Castillo⁸.

¹Instituto Tecnológico de Conkal. División de Estudios de Postgrado e Investigación. Correo electrónico: sayilhahil@yahoo.com.mx. ²Colegio de Posgraduados. Campus Montecillo. Correo electrónico: aheber@colpos.mx. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Correo electrónico: lopez.porfirio@inifap.gob.mx. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Las Huastecas. Correo electrónico: ramirez.moisés@inifap.gob.mx. ⁵Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Correo electrónico: tcoronat@colpos.mx. ⁶Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Correo electrónico: higinio@colpos.mx. ⁷Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales. Correo electrónico: araaguilar@uv.mx. ⁸Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica Agricultura. Correo electrónico: aguilarcj@hotmail.com.

Resumen

Las actividades que la Red Chile planteó desarrollar durante el periodo 2011-2012 se distribuyeron en tres áreas estratégicas: conservación *ex situ*, con el objetivo de regenerar accesiones de germoplasma de chile para enviarlas al banco de germoplasma e incrementar el inventario de la diversidad de chile en los diferentes estados de la república mexicana; uso y potenciación, con la finalidad de caracterizar morfológica y molecularmente la diversidad de diferentes tipos de chile, así como el mejoramiento genético enfocado a generar variedades más productivas; y la creación de capacidades, dirigida al fortalecimiento de la Red Chile. Los resultados obtenidos fueron: 392 accesiones regeneradas e incrementadas, las cuales se enviaron al banco de germoplasma; 159 accesiones colectadas en diferentes estados de la república mexicana; 190 accesiones de chile soledad, chile rayado y chile guajillo caracterizadas morfológicamente; avance de 108 accesiones de tres tipos de chile, las cuales se caracterizaron molecularmente; cuatro protocolos de mejoramiento vía selección masal de variedades de chile; y una reunión organizada por parte de la red con sus integrantes, en la cual se realizó el análisis y la planeación de los trabajos a desarrollar.

Introducción

En México, los chiles han estado unidos a la cultura y a la alimentación de la población del país desde tiempos ancestrales. Actualmente, se cultivan cinco especies de chile a nivel mundial, de las cuales cuatro están presentes en la república mexicana, además de ser el centro de origen y diversidad de *Capsicum annuum*. Asimismo también se posee un gran número de tipos de chiles de importancia comercial y regional y se cuenta con grupos raciales silvestres y semidomesticados con distribución nacional, los cuales muestran una gran diversidad morfológica y

genética. Por lo anterior se considera a nuestro país como un sitio estratégico para la conservación y el aprovechamiento de este recurso.

En la actualidad, la diversidad mencionada presenta erosión genética como consecuencia de desastres y de la destrucción en áreas naturales; la sustitución de las variedades criollas; el crecimiento e invasión de la mancha urbana; y plagas y enfermedades, entre otras causas, lo cual se manifiesta en la pérdida de genes de interés agronómico y comercial.

Debido a lo antes mencionado, los objetivos de los trabajos efectuados por parte de la red fueron: coleccionar germoplasma de chile y enviar las muestras al banco de germoplasma; incrementar y regenerar accesiones; caracterizar el germoplasma y avanzar en el premejoramiento de chile de agua, chile soledad, chile habanero y chile poblano, así como fortalecer a la Red Chile.

Materiales y métodos

Recolección de germoplasma

Se llevaron a cabo exploraciones y recolección de chiles en los diferentes municipios del estado de Colima. Los sitios de recolección se seleccionaron siguiendo los caminos principales y cada 4 km se hicieron observaciones sobre la presencia de plantas de *Capsicum* spp. Si se detectaban algunas plantas, se realizaba el muestreo siguiendo la tendencia de dirección que tenía la población. Se documentó la presencia de chiles y se colectaron muestras de chiles silvestres y criollos de la región Huasteca, en los estados de San Luis Potosí y Querétaro. Para efectuar lo anterior se utilizó una aproximación etnobotánica de colecta. Se colectó en más de 15 localidades pertenecientes a los distritos de Santiago Jamiltepec y de Santiago Pinotepa Nacional, en el estado de Oaxaca.

La recolecta que se llevó a cabo en la región Costa Chica, del estado de Guerrero, se dirigió principalmente al tipo de chile costero mirasol y se efectuó en la localidad de Cochoapa, en el distrito de Ometepec.

En el estado de Chiapas se colectó en las comunidades de La Florida, localizada en el municipio de Cintalapa, y de Rivera Cupasmí, ubicada en el municipio de Chiapa de Corzo, así como en los municipios de Comitán de Domínguez, Chiapa de Corzo, Huitiupán, Huixtla, Motozintla, San Juan Cancuc y Venustiano Carranza.

En el caso de la colecta de la península de Yucatán, se exploraron algunas zonas reportadas como productoras de chile y en otras localidades la información se obtuvo a través de los productores. La colecta se enfocó principalmente en el estado de Yucatán.

Regeneración e incremento de germoplasma

Cuando se realizaron colectas en pequeñas superficies sembradas, de traspato o de tipo silvestre, en diversas zonas del país, entre el año 2001 y 2009, la cantidad de semilla obtenida fue poca, por lo que se requiere incrementarla para enviarla al banco de germoplasma. Con base en lo anterior, se efectuaron 66 colectas de semilla en el altiplano potosino, las cuales fueron incrementadas en el Campo Experimental Las Huastecas, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Asimismo, en la península de Yucatán se colectaron 81 accesiones de chile, las cuales se incrementaron en condiciones de invernadero, en el área experimental del Instituto Tecnológico de Conkal, en el estado de Yucatán.

También se incrementaron 14 colectas de chiles criollos provenientes del estado de Nayarit, en un invernadero de la Unidad Académica de Agricultura, de la Universidad Autónoma de Nayarit. Se regeneraron 50 accesiones, una parte se efectuó en un ambiente protegido y de riego presurizado en las instalaciones del Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca y los materiales restantes se incrementaron en comunidades del estado de Oaxaca que se caracterizan por ser las principales productoras de la entidad.

También se incrementaron 177 accesiones de chile poblano y chile ancho, principalmente en el municipio de Huejotzingo, estado de Puebla.

Caracterización del germoplasma

Para realizar la caracterización morfológica, se tomó como base la guía de descriptores del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1995) y de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2006). En esta actividad se midieron las variables relacionadas con la planta, la flor, la fructificación y la semilla. En total se establecieron 80 muestras de chile soledad, 60 de chile guajillo y 50 de chile rayado para efectuar la caracterización. Asimismo en un laboratorio del Colegio de Posgraduados (COLPOS) se realizó un análisis de la diversidad genética de 39 poblaciones de chile ancho, representativas de México, mediante marcadores de secuencias simples repetidas de ADN (SSRs).

Se cuenta con un avance del 45 % en la caracterización de 68 accesiones de chile manzano, chile árbol y chile soledad.

Mejoramiento genético

El método utilizado para el mejoramiento de variedades de chile fue la selección masal estratificada con línea s1. Se avanzó en el mejoramiento de chile habanero y chile soledad, para los cuales se obtuvo el primer ciclo de selección. Con relación al mejoramiento de chile de agua y chile poblano, se obtuvo el tercer ciclo. Para realizar la selección se establecieron lotes con al menos 2 000 plantas.

Resultados y discusión

Con la recolecta de germoplasma de chile se aumentó el número de accesiones, de las cuales se contaba con un escaso número de ellas, como fue en el caso de la región de la Huasteca, en los estados de Puebla, Querétaro y San Luis Potosí, en donde se colectaron 25 muestras de diferentes tipos de chile, 10 más de las programadas. También se realizaron colectas en zonas que no se habían recorrido, como es el caso de Colima, Chiapas y algunas localidades de Oaxaca y Guerrero.

Por otra parte, en la península de Yucatán se colectó de forma dirigida y se obtuvo del estado de Yucatán la mayor cantidad de muestras. Cabe mencionar que la colecta fue dirigida en parte a chile habanero, pero se encontraron pocas muestras, alrededor de 25, debido a que la mayoría de los productores compran las plántulas y no conservan sus semillas o bien sus variedades tradicionales han sido sustituidas por variedades mejoradas.

Por lo general colectar muestras representativas de chile habanero es cada vez más difícil, pues la diversidad se está perdiendo. Esta tendencia también se mantiene para los otros tipos de chile, por lo que el presente trabajo es importante para resguardar la diversidad de esta especie. Además en el estado de Chiapas se ha colectado muy poco material, por lo que se requiere realizar un mayor trabajo de recolecta para muestrear la diversidad del estado, la cual puede perderse sin conocerse y sin que se tenga resguardo de ella.

Se había programado colectar 159 muestras de chiles; sin embargo, se colectaron 163. En el caso de muchas de estas accesiones colectadas se requiere incrementarlas, debido a que se colectó poca semilla para poder enviarlas al banco de germoplasma.

Para llevar a cabo la regeneración y el incremento de las accesiones colectadas previamente o bien para refrescar los materiales colectados con los que se cuenta, se programaron 396 accesiones y solo se entregará semilla de 392 accesiones, de las cuales cinco colectas se enviaron solamente con 2 000 semillas. Cabe mencionar que en el caso de las cinco colectas que no se completó la semilla, se volverán a sembrar para completar el objetivo. Lo anterior debido a que en el estado de Yucatán solamente se sembraron 40 plantas para el incremento. Dadas las condiciones del invernadero se requiere de utilizar al menos 50 plantas para asegurar la cantidad de semilla que debe enviarse al banco de germoplasma.

En el COLPOS, campus Puebla, se programaron 185 accesiones, pero se reportaron solamente 177 incrementadas, mientras que en el caso del Campo Experimental Las Huastecas, se incrementaron 20 accesiones; aunque se programaron 16 accesiones. Es necesario señalar que el incremento del germoplasma es complicado y requiere de mucho cuidado en el manejo, por lo que en ocasiones no es posible reunir la cantidad de semilla programada.

Se realizó la caracterización morfológica de 50 colectas de chile rayado, 60 colectas de chile guajillo y 80 colectas de chile soledad.

En el caso del mejoramiento genético de chile habanero, chile de agua, chile soledad y chile poblano se avanzó con la selección masal estratificada. La selección se enfocó en plantas con mejor porte, robustas, libres o con tolerancia a plagas y patógenos. Se seleccionaron principalmente las plantas con un mayor número de frutos por planta, frutos de mayor tamaño y, dependiendo del tipo de chile que sean, sin cajete apical o basal.

Con respecto al fortalecimiento de la red se realizó una reunión de planeación y seguimiento de los trabajos de la red con todos los integrantes. Se establecieron acuerdos y estrategias a seguir para lograr

el crecimiento de la red y obtener una mayor presencia en el ámbito nacional. También se participó en la Primer Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos, en donde se presentó el cartel: *Los chiles de México*. Además la red colaboró en un proyecto nacional de chile, para aplicar en la convocatoria SAGARPA-CONACYT, de la cual se obtuvo el apoyo financiero para continuar con trabajos relacionados con la potenciación de los recursos genéticos de chile.

Productos entregables e indicadores de impacto

392 accesiones regeneradas e incrementadas que serán enviadas al banco de germoplasma.

163 accesiones colectadas, de las cuales solamente 131 serán enviadas al banco de germoplasma, el resto serán incrementadas.

130 accesiones caracterizadas morfológicamente y 79 accesiones que actualmente tienen un avance del 80 %.

39 accesiones caracterizadas molecularmente y un avance en la caracterización de 68 accesiones de chile manzano, chile de árbol y chile soledad, con un avance del 45 %.

Cuatro protocolos de mejoramiento genético (un ciclo de selección) en chile de agua, chile poblano, chile soledad y chile habanero, para liberar variedades.

Fortalecimiento de la Red Chile mediante reuniones con sus integrantes y la difusión del conocimiento generado en foros científicos y académicos, así como la vinculación con grupos, redes e instituciones de México, etcétera.

Conclusiones

La Red Chile desarrolló actividades en tres áreas estratégicas de los recursos genéticos de chile: conservación *ex situ*; uso y potenciación; y creación de capacidades. Dichas actividades fueron la regeneración, el incremento, la recolección, la caracterización y el mejoramiento y fortalecimiento de la Red Chile.

Se envió al banco de germoplasma el 99 % de las accesiones de germoplasma que se programaron, es decir 392, para realizar su regeneración e incremento. Aun cuando se superó el número de accesiones programadas a coleccionar, solamente serán enviadas al banco de germoplasma el 82 %, el resto requieren de ser incrementadas. Se logró caracterizar morfológicamente al chile soledad, chile rayado y chile guajillo. Mientras que en lo que respecta al mejoramiento genético, se cumplió en el 100 %. En lo relacionado al fortalecimiento de la Red Chile, se realizó una reunión con los integrantes de la red y además se participó en diferentes eventos científicos y académicos, logrando una mayor difusión del conocimiento así como la vinculación, por lo que se cumplió con el 100 % de esta línea.

Evaluación y aprovechamiento sustentable de la papa

Aarón Rodríguez Contreras¹.

¹Universidad de Guadalajara. CUCBA. Correo electrónico: rca08742@cucba.udg.mx.

Resumen

Las papas silvestres (*Solanum* sección *Petota*) crecen desde el suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, a 38° de latitud norte, hasta el sur de Chile, a 41° de latitud sur. Estas son importantes debido a la resistencia a plagas, enfermedades y estrés climático que se presentan en programas de mejoramiento genético de la papa cultivada. Se reconocen 203 especies, de las cuales 199 son silvestres y cuatro son cultivadas. Los centros de diversificación de esta especie son: México, la zona andina de Perú y de Bolivia y el norte de Argentina. La mayoría de las especies crecen en los Andes; sin embargo, en México se desarrollan 28 de ellas. *Solanum cardiophyllum* y *Solanum ehrenbergii* son especies silvestres y arvenses de papa, las cuales son frecuentes en las zonas centro, centro occidente y sur de México. En el estado de San Luis Potosí, las papas silvestres se utilizan como alimento para el consumo humano y son comercializadas en los mercados municipales de los municipios de Charcas, Mexquitic de Carmona, Moctezuma, Salinas, Santo Domingo, Villa de Arriaga y Villa de Reyes. También es común su venta en los mercados: República, Hidalgo y Victoria, en la ciudad de San Luis Potosí. En el estado de San Luis Potosí se localizó el predio Calichal, en el cual se cultivan papas silvestres. En este sitio la parcela se localiza a una altura de 2 163 msnm, en las coordenadas geográficas 22° 08' 02.4" de latitud norte y 101° 17' 21.1" de longitud oeste, en la comunidad de Francisco I. Madero, municipio de Villa de Arriaga. También se recolectaron 42 poblaciones de papa silvestre a lo largo del eje volcánico transversal. Finalmente, para estimar la variación y la estructura genética de *S. cardiophyllum* y de *S. ehrenbergii*, se desarrolló un microsatélite para evaluar a 833 individuos agrupados en 44 poblaciones.

Introducción

Las papas silvestres (*Solanum* sección *Petota*) crecen desde el suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, a 38° de latitud norte, hasta el sur de Chile a 41° de latitud sur (Hijmans y Spooner, 2001). Son importantes debido a la resistencia a plagas, enfermedades y estrés climático que se presentan en programas de mejoramiento genético de la papa cultivada (Jansky, 2000; Davis *et al.*, 2012). Se reconocen 206 especies, de las cuales 199 son silvestres y cuatro son cultivadas, siendo *Solanum tuberosum* L. la especie más común a nivel mundial. Por su parte, *Solanum ajanhuiri* Juz. & Bukasov, *S. curtilobum* Juz. & Bukasov y *S. juzepczukii* Bukasov se cultivan en los Andes (Hijmans y Spooner, 2001; Ovchinnikova *et al.*, 2011). México, la zona andina de Perú y Bolivia y el norte de Argentina son los centros de diversificación de este grupo de plantas (Hawkes, 1990). La mayoría de las especies crecen en los Andes, aunque 28 de ellas se desarrollan en México (Spooner *et al.*, 2004). En la

república mexicana las papas silvestres se localizan en todos los estados, con excepción de Baja California, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.

S. cardiophyllum Lindl. y *S. ehrenbergii* (Bitter) Rydb., son especies silvestres y arvenses de papa, las cuales son frecuentes en las zonas centro, centro occidente y sur de México (Luna-Cavazos *et al.*, 1988; Luna-Cavazos y García-Moya, 1989; Rodríguez y Villa-Vázquez, 2010). Se les conoce comúnmente como papa blanca, papa buena, papa cimarrona, papa de campo, papa del barbecho, papa de la labor, papa de la milpa, papa de la tierra, papilla, papita de agua, papita chiquita, papita criolla, papita güera y papita puerquera. Crecen en vegetaciones del bosque tropical caducifolio, en el matorral xerófilo y en los pastizales. Se les encuentra frecuentemente asociadas a los cultivos de maíz y de frijol (arvenses), en zonas originalmente cubiertas con los tipos de vegetación mencionados.

Ambas especies son importantes económicamente en las zonas donde crecen, debido a que se utilizan como alimento para el consumo humano. Su aprovechamiento implica el manejo del recurso, el cual incluye su mantenimiento en las parcelas, la recolección de los tubérculos y su comercialización (Villa-Vázquez y Rodríguez, 2010).

En el estado de San Luis Potosí, las papas silvestres son utilizadas como alimento para consumo humano y son comercializadas en los mercados municipales de los municipios de Charcas, Mexquitic de Carmona, Moctezuma, Santo Domingo, Salinas, Villa de Arriaga y Villa de Reyes (Rodríguez y Villa-Vázquez, 2010). También es común su venta en los mercados: República, Hidalgo y Victoria, en la ciudad de San Luis Potosí. Tradicionalmente las plantas de papa son toleradas entre el cultivo de maíz y de frijol. La obtención de los tubérculos es fácil debido a que solo se requiere de su recolección manual después de que las parcelas se han barbechado al prepararlas para el siguiente ciclo agrícola y de manera alternativa, hombres, mujeres y niños utilizan azadones, picos o palas para escarbar y desenterrar los tubérculos. Este sistema permite el aprovechamiento y la conservación del recurso *in situ*. El objetivo de este informe es comunicar los avances logrados por la Red Papa durante el año 2012.

Materiales y métodos

La recolección del germoplasma se llevó a cabo en tres fases. La primera fase consistió en la búsqueda, obtención y revisión de literatura. La segunda parte comprendió la revisión y la determinación de ejemplares botánicos depositados en los siguientes herbarios: Herbario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, unidad Michoacán (CIMI), del Instituto Politécnico Nacional (IPN); Herbario del Centro Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional, unidad Durango; Herbario de la Universidad Autónoma de Guadalajara; Herbario Luz María Villarreal de Puga del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG); Herbario Centro Regional del Bajío (IEB), del Instituto de Ecología A. C.; Herbario Nacional de México (MEXU), del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Herbario de la Escuela Nacional de

Ciencias Biológicas, del IPN; Herbario Hortorio del Colegio de Posgraduados (CHAPA); y Herbario del Instituto de Ecología A. C., Xalapa (IE-XAL). Con la información obtenida de los ejemplares de herbario se elaboró una base de datos taxonómicos, geográficos, ecológicos y curatoriales. Finalmente, la tercera fase incluyó el trabajo de campo, con numerosos viajes de exploración y la recolección de las especies de *Solanum* sección *Petota*.

Resultados y discusión

Se localizó el predio Calichal, en el cual se cultivan papas silvestres. La parcela se encuentra a una altura de 2 163 msnm, en las coordenadas geográficas 22° 08' 02.4" de latitud norte y 101° 17' 21.1" de longitud oeste, en la comunidad de Francisco I. Madero, del municipio de Villa de Arriaga, en el estado de San Luis Potosí. La comunidad se dedica principalmente al cultivo de maíz, frijol y avena. El encargado del cultivo es el señor Pedro Zapata, quien cultiva las papitas de campo desde hace cinco años, las cuales se cultivan en aproximadamente 7.5 ha. El señor Zapata se dedica al oficio de la construcción en la ciudad de San Luis Potosí. El cultivo de papitas lo realiza como actividad secundaria para obtener un recurso económico. Según el señor Zapata solo invierte poco trabajo para el cultivo.

La cosecha inicia en el mes de septiembre y se extiende hasta el mes de abril. Para cosechar las papitas, se utiliza el arado, ya que con este implemento quedan expuestos los tubérculos, lo cual permite colectarlas de manera fácil. Después de cosechar los tubérculos, se utiliza el implemento agrícola denominado subsuelo para roturar el suelo y el subsuelo. Posteriormente se utiliza la rastra para dejar una superficie plana. Esto lo aprendió a partir de recomendaciones hechas por productores de la comunidad La Tapon, que se encuentra a 15 km al norte de la localidad Francisco I. Madero, quienes se dedican también al cultivo de papitas de campo. Por último, mencionó que comerciantes de San Luis Potosí van hasta su casa para comprar las papitas a un precio que oscila entre los 50 y 60 pesos por kilogramo.

Desde el año 2010, el cultivo de las papas silvestres en el predio Calichal ha presentado un severo problema de plaga, por lo que se colectaron algunos in-

sectos para identificarlo. En este ejercicio se reconoció al escarabajo de la papa de Colorado (*Colorado potato beetle*), *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Finalmente cabe señalar que las plantas y los tubérculos de las papas son consumidas por un gusano que no se logró encontrar para su respectiva identificación.

La Tapona es otra comunidad en donde se aprovechan las papas silvestres. El poblado se localiza en el municipio de Mezquitic de Carmona, San Luis Potosí, el cual se ubica a los 2 180 m de elevación, en las coordenadas geográficas 22° 13' 40.18" de latitud norte y 101° 13' 38.90" de longitud oeste. Esta comunidad se dedica a la agricultura de temporal y prevalecen cultivos como el maíz y el frijol por lo que las papas silvestres son un producto extra. La localidad produce tubérculos que se comercializan en la ciudad de San Luis Potosí. Las especies mexicanas de papa silvestre son importantes en los programas de mejoramiento genético.

Actualmente se está valorando la diversidad genética de *S. cardiophyllum* y *S. ehrenbergii* con el objetivo de ser utilizada en programas de mejoramiento genético. Se generó un microsatélite para evaluar la diversidad y la estructura genética de las poblaciones de *S. cardiophyllum* y *S. ehrenbergii*; de poblaciones obtenidas de tubérculos comprados en algunos mercados municipales de San Luis Potosí; de las poblaciones nativas en el estado de San Luis Potosí; y de las accesiones obtenidas del NRSP-6 United States Potato Genebank (NRSP-6), en el año 2009.

Se cuenta con el ADN de 833 individuos agrupados en 44 poblaciones de *S. cardiophyllum* y *S. ehrenbergii*. De los tubérculos comprados en los mercados municipales se dispone de 264 muestras de ADN agrupadas en 11 poblaciones, con 24 individuos por población. En el caso de la segunda fuente de material (poblaciones silvestres), se poseen 210 muestras de ADN agrupadas en nueve poblaciones. La tercera fuente de material fueron dos poblaciones, una para cada especie, con 12 individuos por población, las cuales se encontraban en condiciones de cultivo en la localidad de San Ignacio de Abajo, ubicada en el municipio de Villa Hidalgo, en el estado de Jalisco. Por último, se obtuvieron las semillas de seis poblaciones de *S. cardiophyllum* y de 16 poblaciones de *S. ehrenbergii*. Las semillas que se utilizaron fueron donadas por el NRSP-6, con un total de 335 individuos.

Para estandarizar la generación de microsatélites se utilizó un par de cebadores (STG0025) descritos por Ghislain *et al.* (2009). Las reacciones de amplificación mediadas por una polimerasa PCR (*Polymerase Chain Reaction*) se ejecutaron en un volumen de 20 µl. Cada reacción contiene 25 ng de ADN total, 1 U de *Taq* DNA Polymerase (Invitrogen: Carlsbad, CA, EUA), 2.5 mM de MgCl₂, como amortiguador para la polimerasa, 0.2 mM de la mezcla de dNTPs y 0.1 µM de los cebadores en ambas direcciones. La amplificación se llevó a cabo en un termociclador Eppendorf (Hamburg, Germany) con un ciclo inicial de 3 min a 94 °C, seguido de otro de 2 min a 55 °C y uno de 90 s a 72 °C. Al ciclo inicial le siguieron 29 ciclos de un min a 94 °C, otro de dos min a 55 °C y uno de 90 s a 72 °C. La amplificación fue terminada con una extensión final de 5 min y 72 °C.

Los productos de PCR fueron separados en una cámara vertical de electroforesis dual (Scientific, CBS Lite). La separación de los fragmentos se realizó en geles de poliacrilamida desnaturalizada al 6 % (Ghislain *et al.*, 2009). La electroforesis tuvo una duración de cinco horas a 200 voltios. Los geles fueron teñidos con nitrato de plata de acuerdo con Sanguinetti *et al.* (1994). Finalmente se utilizó un marcador de referencia (10 bp y 25 bp DNA Ladder. Invitrogen). El cebador STG0025 generó de 0 a 2 bandas por individuo.

El día viernes 28 de septiembre del año 2012 se llevó a cabo la reunión anual de la Red Papa, la cual se realizó en el Laboratorio de Sistemática Vegetal Molecular, del Departamento de Botánica y Zoología, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la UDG. Participaron en la reunión Alejandro Otlica Rosario, del Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán; José Luis Villa Vázquez, Ofelia Vargas Ponce y Aarón Rodríguez Contreras, del Departamento de Botánica y Zoología del CUCBA; y Julio César Pérez de la Cerda, del SINAREFI.

Se brindó la bienvenida a Alejandro Otlica Rosario, como nuevo miembro de la red, con quien se evaluarán las variedades de papa: alpha, San José y López, durante el año 2013. También se revisaron los compromisos y los avances del proyecto que se ejecutó en el año 2012.

Productos entregables e indicadores de impacto

Se entregó el documento *El uso de las papas silvestres en San Luis Potosí*, para su posterior revisión, evaluación y posible impresión. Asimismo se entregaron 42 colectas de germoplasma al Centro Nacional de Conservación de Semillas Ortodoxas-Región Occidente (SEMOROC), correspondientes a *Solanum bulbocastanum* Dunal, *S. cardiophyllum* Lindl., *S. demissum* Lindl., *S. ehrenbergii* (Bitter) Rydb., *S. iopetalum* (Bitter) Hawkes, *S. pinnatisectum* Dunal, *S. stoloniferum* Schltdl., *S. trifidum* Correll, *S. verrucosum* Schltdl., *S. michoacanum* (Bitter) Rydb. y *S. sambucinum* Rydb., las cuales crecen a lo largo del eje volcánico transversal, zona donde se concentra la mayor diversidad de especies. En el extremo occidental de México destacan las zonas alrededor del volcán Nevado de Colima y del Volcán de Colima, en los estados de Jalisco y Colima, respectivamente. Otra área abundante en cuanto al número de especies es el cerro de Tancitaro, en el municipio del mismo nombre, en el estado de Michoacán. El Nevado de Toluca y los volcanes Popocatepetl e Ixtlacihuatl, en el Estado de México, concentran celdas de alta diversidad. Finalmente, el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, en los límites de los estados de Puebla y Veracruz, representan otra área abundante en cuanto a especies.

La mayoría de estas especies (*Solanum bulbocastanum*, *S. cardiophyllum*, *S. demissum*, *S. ehrenbergii*, *S. stoloniferum* y *S. verrucosum*) cuentan con una distribución geográfica muy amplia; sin embargo, de otras especies, solo son conocidas muy pocas poblaciones, por ejemplo de *S. trifidum*, la cual se ha registrado en los estados de Michoacán y Jalisco. *Solanum michoacanum* solo crece en el estado de Michoacán. Por su parte, *S. sambucinum* se ha registrado en los estados de Querétaro y Guanajuato. Por último, *S. pinnatisectum* es común encontrarla en los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro.

Conclusiones

México es el centro de origen y un centro de diversificación de las papas silvestres. El conocimiento acerca de su distribución geográfica y de su diversidad genética es importante para lograr su uso sustentable. La Red Papa se dedica a trabajar en estas dos áreas de conocimiento.

Bibliografía

- Davis, J. A., E. B. Radcliffe, C. A. Thill y D. W. Ragsdale. 2012. Resistance to Aphids, Late Blight and Viruses in Somatic Fusions and Crosses of *Solanum tuberosum* L. and *Solanum bulbocastanum* Dun. American Journal of Potato Research. 89: 489-500.
- Ghislain, M., J. Núñez, M. R. Herrera, J. Pignataro, F. Guzmán, M. Bonierbale y D. M. Spooner. 2009. Robust and Highly Informative Microsatellite-Base Genetic Identity Kit for Potato. Molecular Breeding. 23: 377-388.
- Hawkes, J. G. 1990. The Potato: Evolution Biodiversity and Genetic Resources. Belhaven Press, Washington, DC.
- Hijmans, R. J. y D. M. Spooner. 2001. Geographic Distribution of Wild Potato Species. American Journal of Botany. 88: 2101-212.
- Jansky, S. 2000. Breeding for Disease Resistance in Potato. Plant Breeding Reviews. 19: 59-155.
- Luna-Cavazos, M. y E. García-Moya. 1989. Recopilación del conocimiento empírico de papas arvenses (*Solanum* L.) del altiplano Potosino-Zacatecano. Acta Botánica Mexicana. 8: 1-13.
- Luna-Cavazos, M., T. L. Wendt y E. García-Moya. 1988. Estudio biosistemático de papas arvenses (*Solanum* secc. *Petota*) del Altiplano Potosino-Zacatecano. Agrociencia. 71: 103-120.
- Ovchinnikova, A., E. Krylova, T. Gavrilenko, T. Smekalova, M. Zhuk, S. Knapp y D. M. Spooner. 2011. Taxonomy of cultivated potatoes (*Solanum* section *Petota*: Solanaceae). Botanical Journal of the Linnean Society. 165: 107-155.
- Rodríguez, A. y J. L. Villa-Vázquez. 2010. Catálogo de las áreas en México donde se aprovechan los tubérculos de papa silvestre (*Solanum cardiophyllum* y *S. ehrenbergii*). Red Papa. Folleto Técnico. 1: 1-27.

-
- Spooner, D. M., R. G. Van den Berg, A. Rodríguez, J. Bamberg, R. H. Hijmans y S. I. Lara-Cabrera. 2004. Wild Potatoes (*Solanum* section *Petota*) of North and Central America. Systematic Botany Monographs. 68: 1-209.
- Villa-Vázquez, J. L. y A. Rodríguez. 2010. Hallazgo de papas silvestres [*Solanum cardiophyllum* Lindl., *S. ehrenbergii* (Bitter) Rydb. y *S. stoloniferum* Schltdl.] cultivadas en Jalisco, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 33: 85-88.

Evaluación, validación y uso de los recursos genéticos de tomate de cáscara (*Physalis* spp.) en México

José Francisco Santiaguillo Hernández¹, Aureliano Peña Lomelí², Onésimo Grimaldo Juárez³, M. Luisa García S.⁴, José Sánchez Martínez⁵, Natanael Magaña Lira⁶, Ofelia Vargas Ponce⁷ y Francisco Caro Velarde⁸.

¹Universidad Autónoma Chapingo. CRUOC. Correo electrónico: sjose@correo.chapingo.mx. ²Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Correo electrónico: aplomeli@correo.chapingo.mx. ³Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. Correo electrónico: ogrimaldoj@hotmail.com. ⁴Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. ⁵Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Correo electrónico: jsanchez@cucba.udg.mx. ⁶Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Correo electrónico: mlnatanael@gmail.com. ⁷Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Correo electrónico: ovargas@cucba.udg.mx. ⁸Universidad Autónoma de Nayarit. Facultad de Agronomía. Correo electrónico: cave5@hotmail.com.

Resumen

Las especies del género *Physalis* son un recurso genético nativo de gran importancia nacional; sin embargo, la mayor parte de esta diversidad no ha sido estudiada. El presente trabajo se desarrolló con los objetivos de inventariar, conocer, validar, conservar, evaluar, mejorar y proteger la diversidad de este género en México. Para lograr lo anterior, se integró un grupo interinstitucional y multidisciplinario de investigadores que trabajaron diversos aspectos relacionados con el taxón. A continuación se presentan algunos de los impactos de este proyecto: mejora genética de las poblaciones criollas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) en los estados de Jalisco e Hidalgo, a través de la participación directa de productores; acopio de una colección de 105 accesiones de germoplasma silvestre y cultivado del género, dicha colección se encuentra determinada, documentada y resguardada en un banco base; realización de la caracterización morfológica de 40 materiales de la colección del Banco Nacional de Germoplasma Vegetal, México (BANGEV), ubicado en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH); regeneración de 20 materiales en riesgo; incremento de cinco variedades de referencia; evaluación agronómica e incremento de semilla de las especies de *Physalis angulata*, *P. acutifolia*, *P. alkekengi*, *P. pubescens* y *P. pruinosa*, las cuales son susceptibles de introducirse como cultivo; registro de una variedad de *P. angulata* para beneficio de los productores; difusión de dos variedades mejoradas mediante la distribución de semilla certificada, obtenida por parte de la Red Tomate de Cáscara, y la vinculación con productores de México, dependencias estatales, dependencias federales e investigadores de diversas instancias del país.

Introducción

El género *Physalis* tiene su centro de origen y diversificación en México y abarca de 80 a 100 especies en el mundo. En el país se encuentran 71 de estas especies, muchas de ellas endémicas (Santiaguillo *et al.*, 2009; Santiaguillo *et al.*, 2010), las cuales de acuerdo a su uso son comestibles o medicinales. Otras especies como *P. alkekengi* y *P. pruinosa* tienen

importancia ornamental. De las especies mexicanas, sólo se cultiva *P. ixocarpa*; sin embargo; recientemente se ha encontrado a *P. angulata* en condiciones de cultivo. El resto de las especies son silvestres.

El tomate de cáscara (*P. ixocarpa*) también llamado *P. philadelphica* Lam., ocupa el quinto lugar en México

en cuanto a superficie sembrada, en lo que respecta a cultivos olerícolas. Además solo existen 11 variedades registradas en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), por lo que el cultivo se sustenta en variedades nativas. Existe una gran variabilidad genética de *P. ixocarpa* y se reconocen al menos ocho razas: Arandas, manzano, milpero, Puebla, rendidora, Salamanca, silvestre y Tamazula, las cuales se encuentran distribuidas prácticamente en todo el país, en altitudes que van desde los 8 m hasta los 3 350 m (Peña *et al.*, 2007). El estado de conservación en el que se encuentran las especies del género *Physalis* se desconoce, por lo que se requiere de estudios que documenten la diversidad genética y las acciones pertinentes para incidir en su utilización y su conservación. En México se cuenta con aproximadamente 683 accesiones resguardadas de germoplasma del género *Physalis*, de las cuales la mayoría corresponden a *P. ixocarpa*, la cual representa parcialmente la variabilidad genética del género (Santiaguillo *et al.*, 2010). La conservación de semilla de tomate de cáscara en bancos de germoplasma, es una excelente estrategia para mantener la variabilidad de la especie; sin embargo, la carencia de información adicional acerca de las características morfológicas de las plantas de las diferentes accesiones conservadas y de su uso potencial, limitan la utilización del germoplasma de manera eficiente. Además, parte de esta diversidad que se encuentra resguardada *ex situ*, está correctamente identificada a nivel de especie; aunque, la mayoría de estas accesiones aún no han sido determinadas.

En nuestro país todavía se pueden encontrar materiales silvestres, tolerados, fomentados, en proceso de domesticación y variantes locales y mejoradas. Esta diversidad aún no ha sido colectada o estudiada exhaustivamente. Con base en lo antes señalado, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de fortalecer el conocimiento del germoplasma existente en el país, así como llevar a cabo la colecta, conservación, caracterización, evaluación, utilización sustentable y protección legal del mismo.

Materiales y métodos

Se integró un grupo interinstitucional y multidisciplinario de investigadores con amplia experiencia en el estudio de los recursos genéticos, en la aplicación de

tecnología productiva y en el mejoramiento del tomate de cáscara. Se trabajó con productores del municipio de Tecozautla, en el estado de Hidalgo, y del municipio de Jesús María, en el estado de Jalisco. En ambos sitios se evaluó un modelo de conservación *in situ*, con un enfoque participativo, para lo cual se utilizó la metodología de selección masal visual estratificada en las variedades de las razas Arandas y Puebla.

Esta actividad se inició a partir de la base de datos de distribución nacional, generada en el año 2010. Una vez cotejados los sitios de distribución y las fechas de fructificación, se efectuaron las exploraciones etnobotánicas necesarias para llevar a cabo la colecta de germoplasma silvestre y cultivado en los estados de: Estado de México, Jalisco, Nayarit y Michoacán. El germoplasma obtenido se documentó debidamente y se depositó para su resguardo en los bancos de germoplasma designados por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI).

Los materiales en riesgo por porcentaje de germinación y de viabilidad de ambas variedades fueron incrementados en invernadero mediante cruza fraternales o por recolecta. El incremento de semilla de cinco variedades de referencia se realizó en los campos experimentales del Colegio de Postgraduados (COLPOS), así como en invernaderos y campos de la UACH. Se utilizaron lotes aislados geográficamente en las variedades *manzano Tepetlixpa*, *Tecozautla 04* y *diamante*. Se realizaron cruza fraternales en 1 200 plantas de las variedades *Puebla SM3* y *población 3* (Figura 1).



Figura 1. Polinización controlada para realizar el incremento de variedades de tomate de cáscara.

Se cosecharon los frutos totalmente maduros y se maceraron para poder obtener la semilla. Se separó la semilla a través de la decantación en agua y después fue secada a la sombra y beneficiada en una

máquina *ex profeso* para tomate de cáscara. En lotes aislados en los campos experimentales de la UACH, se realizó el incremento de la semilla para efectuar la distribución a los productores.

Se llevó a cabo la caracterización morfológica de poblaciones silvestres y cultivadas, de acuerdo a la *Guía para la descripción varietal de tomate de cáscara*, de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), la cual comprende 49 caracteres cualitativos y cuantitativos. Esta actividad se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), en el municipio de Mexicali. El lote de caracterización se estableció con 46 colectas; sin embargo, algunas presentaron problemas fitopatológicos y otras, como la *Guajuato 29* y la *Querétaro 07*, no florecieron, por lo que se excluyeron del estudio. También se caracterizaron 30 materiales de tomates milperos para determinar su potencial agronómico y seleccionar los mejores por rendimiento de fruto. Dicha actividad se dividió en tres experimentos: el primero incluyó el estudio de 12 materiales de *P. angulata* y *P. philadelphica*; el segundo comprendió ocho materiales de *P. philadelphica*; y el tercero estuvo constituido por 10 materiales de *P. philadelphica*. En los tres experimentos se utilizó como testigo una población de *P. angulata*.

Se introdujeron poblaciones de *P. pruinosa* y dos poblaciones de *P. alkekengi* y se evaluó su adaptación y su potencial alimenticio y ornamental. La siembra de semilla de *P. pruinosa* se estableció a finales de marzo del año 2012 y se procedió al trasplante en el mes de mayo del mismo año. En el caso de *P. alkekengi* se volvió a sembrar semilla a finales del mes de febrero del año 2012. Durante el desarrollo de las plantas se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta; longitud de la rama y de la hoja; rendimiento y calidad de los frutos en términos de peso; diámetro polar y ecuatorial; firmeza; sólidos solubles; y pH y acidez titulable.

Asimismo, se caracterizaron morfológica y agrónomicamente las poblaciones de *P. acutifolia*, *P. angulata* y *P. pubescens*. En este caso, las plántulas se dejaron crecer en el invernadero hasta alcanzar una talla de seis a ocho centímetros y posteriormente se trasplantaron al campo. Cada accesión estuvo representada por 20 individuos, con tres réplicas. Se

registraron los caracteres fenológicos y morfológicos de agrupación para realizar la caracterización de tomate de cáscara, dichos caracteres se encuentran señalados en la guía de la UPOV, la cual considera el número de frutos por planta, el tamaño de fruto y el diámetro polar. Se logró el fortalecimiento del área estratégica creación de capacidades mediante reuniones de trabajo, la participación en eventos técnico-científicos y la organización de una feria nacional.

Resultados y discusión

Se continuó con el mejoramiento participativo de las variedades criollas de tomate de cáscara, con productores del municipio de Tecozautla, en el estado de Hidalgo, y del municipio de Jesús María, en el estado de Jalisco. Los criterios de elección utilizados en todos los lotes de selección fueron: rendimiento temprano y sanidad y porte de la planta, además de atributos relacionados con la forma, el color, el tamaño y la firmeza del fruto, los cuales fueron definidos por cada productor. En la primera localidad se avanzó con el tercer ciclo de selección y en la segunda localidad se continuó en el cuarto ciclo.

Se publicó el folleto: *El mejoramiento participativo de tomate de cáscara como estrategia de conservación in situ*, el cual representa el protocolo de mejoramiento participativo que se comprometió en el proyecto.

A pesar de algunos rezagos en cuanto al tiempo, se logró el incremento en invernadero, mediante cruza fraternales de 20 accesiones en condiciones de riesgo (Figura 2). Su semilla se depositará para su resguardo en el banco designado por el SINAREFI.



Figura 2. Colecta de germoplasma silvestre y cultivado, en los estados de Nayarit y Jalisco, México.

Se reunieron 105 materiales silvestres y cultivados del género *Physalis*, de las cuales 42 provienen de Jalisco, 34 de Michoacán, 18 de Nayarit, cuatro de Colima, cuatro del Estado de México y tres de Aguascalientes. Dichos materiales representan a las especies: *Physalis acutifolia*, *P. ampla*, *P. angulata*, *P. angustiphysa*, *P. cordata*, *P. ixocarpa*, *P. lagascae*, *P. latiphysa*, *P. minuta*, *P. nicandroides*, *P. philadelphica*, *P. pubescens*, *P. pruinosa* y *P. waterfalli*. La semilla de estos materiales se depositó para su resguardo en los bancos de germoplasma, tanto de la Universidad de Guadalajara (UDG) como de la UACH.

Se realizó la caracterización morfológica de 40 variedades del BANGEV. Lo anterior se llevó a cabo con base en la *Guía para la descripción varietal para tomate de cáscara*, de la UPOV, lo cual permitió generar una base de datos de 40 accesiones de tomate de cáscara. En su mayoría las colectas presentaron frutos de tamaño mediano y pequeño de color verde, siendo menos frecuentes los de color amarillo y púrpura. En sección transversal la forma generalmente es redonda. En lo que respecta al hábito de crecimiento de las plantas, predominó el tipo semierecto, seguido del postrado y finalmente del erecto. La semilla fue de color amarillo pardo y de tamaño intermedio y pequeño, principalmente.

La caracterización de una población de *P. angulata* mostró que todos los caracteres de la variedad fueron muy estables y uniformes, además de presentar rasgos únicos, por lo que cumple satisfactoriamente con las características para su registro.

Con fines de mejoramiento genético se realizó la evaluación preliminar y la selección de tomate milpero, del material disponible en el banco de germoplasma. El primer experimento indicó que en lo que respecta a la colecta 76, *P. philadelphica* presentó el mayor rendimiento (7 672 kg/ha) y las colectas 34 y 478 fueron estadísticamente iguales al testigo (4 362 kg/ha). En el caso del segundo experimento la colecta 501 presentó un rendimiento de (5 032.66 kg/ha) y la 554 (4 138 kg/ha). Las colectas 501 y 554 junto con el testigo integraron el grupo de variedades de mayor rendimiento, estadísticamente superiores al resto de los materiales. Finalmente el tercer experimento no arrojó ningún resultado debido a que los materiales evaluados no formaron frutos.

Los materiales de *Physalis acutifolia*, *P. pubescens* y *P. pruinosa* se desarrollaron favorablemente, por lo que son especies promisorias para efectuar su cultivo comercial. El rendimiento de fruto de *P. pruinosa* se incrementó con el uso de los tratamientos Floranid y Basacote (Cuadro 1); sin embargo, en el caso de *P. alkekengi*, las plantas han sido muy susceptibles al ataque de la mosca blanca, ácaros, cenicilla y trips, por lo que no ha sido posible la producción de semilla.

Cuadro 1. Resultados de la prueba de comparación de medias Tukey ($p \leq 0.01$) por el efecto de tratamiento en las variables de calidad evaluadas en frutos de *P. pruinosa*.

Tratamiento	Peso de fruto sin cáliz (g)	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Firmeza Kgf	Sólidos solubles (%)	Rendimiento total por planta (g)
Floranid	1.18 a	12.45 a	12.0 a	4.03 b	5.13 b	1017 a
Basacote	1.16 a	12.41 a	11.92 a	4.82 a	7.35 a	642 b
Testigo	0.99 b	11.00 b	11.05 a	4.68 a	6.94 a	553 c

Se incrementaron cinco variedades de referencia de la guía de tomate de cáscara de la UPOV, las cuales fueron: *manzano Tepetlixpa*, *Puebla SM3*, *población 3*, *Tecozautla 04* y *diamante*. Asimismo se realizó la entrega de dos kilogramos de semilla de cada una de las variedades referidas y se entregó semilla de las dos últimas variedades a productores de los estados de Hidalgo, Guanajuato, Morelos y Sinaloa, para su promoción y evaluación en diferentes ambientes.

Con el propósito de fortalecer la creación de capacidades, en relación a los recursos fitogenéticos del tomate de cáscara, se realizó la primer reunión de participantes de la Red Tomate de Cáscara, en donde se analizó la agenda 2011-2012. Dicha reunión se llevó a cabo en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, en el mes de marzo del año 2012.

Se actualizó el plan estratégico de la Red Tomate de Cáscara durante la segunda reunión de trabajo, la cual se efectuó los días 28 y 29 de junio en la localidad de Chapingo, municipio de Texcoco, Estado de México. Finalmente, la tercera reunión de la red se realizó en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, los días 27 y 28 de septiembre. También se realizaron las siguientes actividades: participación en el taller de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM); colaboración en la Primer Feria de la Agrobiodiversidad y Agroproductos, realizada los días

7 y 8 de septiembre del año 2012; y asistencia a la reunión de coordinadores de red del SINAREFI, efectuada en la ciudad de México, los días 7 y 8 del mes de noviembre. La Red Tomate de Cáscara organizó la Segunda Feria Nacional del Tomate de Cáscara, la cual se realizó el día 29 de septiembre del año 2012, en las instalaciones del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), localizado en el municipio de Tepatitlán de Morelos, estado de Jalisco. En esta feria participaron un total de 355 personas y representantes de 50 instancias y de nueve entidades. Por último, cabe señalar que se publicó el documento: *Diagnóstico del tomate de cáscara*.

Productos entregables e indicadores de impacto

Productos entregables

Se entregaron los siguientes productos: Protocolo de mejoramiento participativo, muestras de 3 g de semilla de cada ciclo de selección, las cuales se encuentran resguardadas en el banco de germoplasma designado; 20 accesiones regeneradas y la transferencia, al centro de conservación del SINAREFI, de un duplicado de las accesiones regeneradas, con su respectiva base de datos pasaporte y el protocolo de regeneración; 90 accesiones colectadas y entregadas con la base de datos pasaporte pertinente; evaluación morfológica de accesiones de *P. angulata*, y el documento descriptivo de la caracterización, la cual se efectuó con base en la *Guía técnica para la descripción varietal de tomate de cáscara*; base de datos de la evaluación morfológica de 40 materiales, realizada con base en la *Guía técnica para la descripción varietal de tomate de cáscara*; información fehaciente de 30 materiales evaluados de tomate milpero; base de la caracterización agronómica de los materiales sobresalientes de tomate milpero y la identificación de los que requieren de mejoramiento genético; base de datos de la evaluación morfoagronómica de *P. pubescens* y *P. acutifolia* y la transferencia de un duplicado de germoplasma de ambas especies a los centros de conservación, con su respectiva base de datos pasaporte; un documento con el análisis del potencial de cultivo de *P. pubescens* y *P. acutifolia*, efectuado con base en los datos de la evaluación productiva; una muestra de 3 000 semi-

llas de *P. pruinosa* con su base de datos pasaporte; plan estratégico de la Red Tomate de Cáscara; promoción de dos variedades de referencia; y el incremento de cinco variedades de referencia.

Indicadores de impacto

Número de productores programados en el mejoramiento / número de productores involucrados.

Número de razas a mejorar programadas / número de razas mejoradas.

Número de accesiones a regenerar / número de accesiones regeneradas.

Número de accesiones programadas / número de accesiones realizadas.

Total de accesiones programadas para documentar / número de accesiones documentadas.

Total de accesiones programadas para resguardar / número de accesiones entregadas al banco.

Número de plantas iniciales / número de plantas en fase final.

Total de plantas identificadas para su descripción / plantas caracterizadas.

Base de datos.

Número de accesiones a evaluar / número de accesiones evaluadas.

Número de accesiones programadas de tomate milpero (tm) para evaluar / número de accesiones evaluadas.

Número de accesiones sembradas de tm / número de accesiones culminadas.

Total de accesiones evaluadas de tm / número de accesiones seleccionadas.

Número de accesiones seleccionadas de tm / número de accesiones uso directo.

Número de accesiones seleccionadas de tm / número de accesiones para mejoramiento genético.

Número de accesiones germinadas de *P. pubescens* y *P. acutifolia* / número total de accesiones seleccionadas por especie.

Número de accesiones que alcanzaron el estado adulto / especie.

Número de especies caracterizadas morfológicamente (rasgos vegetativos y florales) / año.

Ejemplares botánicos de referencia.

Número de especies con datos de caracterización productiva / cantidad, tamaño y peso de frutos por planta por año.

Base de datos de la evaluación productiva de *P. pubescens* y *P. acutifolia*.

Producción de semilla de *P. pruinosa* y *P. alkekengi*.

Informes técnicos de resultados / año.

Número de variedades a promocionar / número de variedades promocionadas.

Número de variedades de referencia a incrementar / número de variedades incrementadas.

Cantidad de semilla programada (2 kg de cada una de las cinco variedades) / cantidad de semilla.

Conclusiones

La programación y la ejecución de actividades, así como los productos obtenidos en el presente proyecto, aportan de manera significativa los conocimientos acerca de la diversidad, la conservación y el aprovechamiento del tomate de cáscara en México.

Los registros de un gran número de asistentes a los eventos de difusión realizados por parte de la Red Tomate de Cáscara, en coordinación con el SINAREFI, las instituciones de investigación y las instituciones gubernamentales, demuestran que los productos generados a partir de las actividades de la red

tienen impacto en diferentes sectores de la sociedad, debido a que los eventos muestran resultados técnicos y científicos, tanto de aprovechamiento como de conservación de la especie; y ofrecen posibilidades culinarias de diferentes platillos regionales y bebidas, así como de productos mínimamente procesados como mermeladas.

El desarrollo favorable de las poblaciones evaluadas en cultivo, aporta elementos para proponer nuevas especies como alternativas agrícolas para los productores. La diversidad y la distribución de las diferentes especies de tomate de cáscara en México, demanda la continuación de proyectos encaminados al aprovechamiento y a la conservación de este recurso genético, debido a que tradicionalmente representa un complemento alimenticio insustituible en la dieta de los mexicanos, además de representar una fuente de ingresos para las personas que se dedican a la recolección y al cultivo de la especie.

Bibliografía

- Peña L., A., J. F. Santiaguillo H. y N. Magaña L. 2007. Recursos y mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). In: Bautista M., N. y C. Chavarín P. Producción de tomate de cáscara. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp 31-71.
- Santiaguillo H., J. F., E. Cedillo P. y J. A. Cuevas S. 2010. Distribución geográfica de *Physalis* spp. en México. Prometeo Editores. Guadalajara, Jalisco, México. 245 p.
- Santiaguillo, H., J. F., O. Vargas P., O. Grimaldo J., J. Sánchez M. y N. Magaña L. 2009. Aprovechamiento tradicional y moderno de tomate (*Physalis*) en México. Publicaciones de la Red Tomate de Cáscara. Folleto técnico. núm 2. Septiembre de 2009. México. 31 p.

Impulso

Evaluación, reproducción, búsqueda de valor agregado y fomento del achiote

Javier Orlando Mijangos Cortés¹, Renata Rivera Madrid², Gregorio del Carmen Godoy Hernández³, Carlos Hugo Avendaño Arrazate⁴, Carlos Román Castillo Martínez⁵, Pedro Joaquín Correa Navarro⁶, Landy Mireya Silveira Sáenz⁷, Eduardo Campos Rojas⁸, Eduardo Villanueva Couoh⁹ y Luis Leonardo Pinzón López¹⁰.

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Unidad de Recursos Naturales. Correo electrónico: jomijangos@cicy.mx. ²Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas. Correo electrónico: renata@cicy.mx. ³Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas. Correo electrónico: ggody@cicy.mx. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Rosario Izapa. Correo electrónico: avendano.carlos@inifap.gob.mx. ⁵INIFAP. Centro Nacional de Recursos Genéticos. Correo electrónico: crcm@colpos.mx. ⁶Universidad Autónoma Chapingo. CRUPY. Correo electrónico: pjcorrea@hotmail.com. ⁷Universidad Autónoma Chapingo. CRUPY. Correo electrónico: lmsilveira_84@yahoo.com. ⁸Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Correo electrónico: educamro@yahoo.com.mx. ⁹Instituto Tecnológico de Conkal. DEPI. Correo electrónico: e_couoh@hotmail.com. ¹⁰Instituto Tecnológico de Conkal. DEPI. Correo electrónico: luispinzon96@yahoo.com.mx.

Resumen

En México, el cultivo del achiote (*Bixa orellana* L.) es relevante ya que es un recurso fitogenético de importancia social, cultural y agrícola, debido a que se utiliza en la producción de colorantes naturales, empleados en actividades industriales y alimenticias, tanto de carácter nacional como extranjero. La cubierta de las semillas del achiote producen el pigmento conocido como bixina, el cual representa más del 80 % de los pigmentos presentes en dicha cubierta. Por ello la Red Achiote del SINAREFI, ha desarrollado diferentes actividades relacionadas con el mejoramiento participativo, la micropropagación de materiales genéticos promisorios, la definición de descriptores para la caracterización morfológica de la diversidad de la especie, el fomento del cultivo en solares de productores mayas y la revisión del plan estratégico de las actividades de la red. Actualmente se cuenta con una colecta núcleo establecida en el municipio de Conkal, en Yucatán, para efectuar el estudio de la diversidad de esta especie y para promover la participación de productores y familias mayas, a fin de lograr el mejoramiento genético y realizar el cultivo de este importante recurso vegetal. Es obvio que en los próximos años aumentarán los requerimientos de achiote y de otros colorantes naturales, por lo que es necesario conservar y caracterizar la diversidad de la especie en nuestro país, con miras a contar con el material suficiente que facilite y posibilite la obtención de variedades e híbridos que cubran las necesidades crecientes de los mercados nacionales y extranjeros.

Introducción

Bixa orellana L. es una especie muy apreciada por producir en la cubierta de sus semillas el pigmento conocido como bixina, el cual representa más del 80 % de los pigmentos presentes en dicha cubierta (Aparnathi *et al.*, 1990; Arce, 1999). Este compuesto es un apocarotenoide empleado como colorante en la

industria alimentaria durante la elaboración de bebidas, helados, mantequillas, postres, quesos y yogures. También el achiote es utilizado en la industria de la cerámica, para la elaboración de barnices, pinturas y lacas, así como en la tinción de telas de seda y de algodón. Debido a sus propiedades antioxidantes,

la tendencia actual es emplearlo en la manufactura de cosméticos y de productos dedicados al cuidado del cuerpo, por ejemplo, cremas, lociones y champús; además, ya que el aceite del achiote es emoliente, posee un alto contenido de carotenoides y tiene una actividad pro vitamina A, lo cual provee a dichos productos de propiedades medicinales (Jondiko y Pattenden, 1989; Mercadante *et al.*, 1997; Godoy-Hernández, 2000). En algunos países, el achiote se utiliza para la alimentación de aves y en innumerables actividades culinarias. En Yucatán se emplea como condimento en platillos tradicionales, como la cochinita pibil, el pollo pibil, los muchipollos, el cerdo adobado, etcétera, así como para colorear el arroz (Godoy-Hernández, 2000). Por lo anteriormente expuesto, y debido a que la demanda de colorantes naturales en los países industrializados va en aumento, por el hecho de que los consumidores están asociando la salud con el consumo de sustancias naturales, en lugar de las artificiales, es obvio que los requerimientos de achiote, y de otros colorantes naturales, aumentarán en los próximos años, por lo que es necesario conservar y caracterizar la diversidad de la especie en nuestro país, con miras a contar con el material suficiente que facilite y posibilite la obtención de variedades e híbridos que cubran las necesidades crecientes de los mercados nacionales y extranjeros.

Materiales y métodos

El proyecto se dividió en cinco actividades: mejoramiento participativo, micropropagación de genotipos sobresalientes, definición de descriptores morfológicos, fomento del cultivo del achiote en solares o traspatios y seguimiento del plan estratégico.

Mejoramiento participativo

Se partió del trabajo etnobotánico desarrollado por la red, el cual consistió en la identificación de productores comerciales y tradicionales que cultivan el achiote con fines comerciales. Se identificaron aquellos que se dedican a la producción comercial de forma regular y que destacaron en la actividad. Esta búsqueda de germoplasma sobresaliente se hizo en los estados ubicados en la península de Yucatán (Campeche, Quintana Roo y Yucatán) de tal modo que fue posible realizar la búsqueda de genotipos adaptados a diferentes agroambientes de la

región. Se visitaron plantaciones, parcelas o solares en la península de Yucatán y se identificaron individuos sobresalientes de achiote, en función de criterios referidos por los agricultores. Se hizo una caracterización de cinco a 10 individuos de la plantación o de la parcela. La caracterización se hizo con base en la propuesta de descriptores realizada por la Red Achiote, con un enfoque preferente en los principales caracteres de importancia agronómica del cultivo y en los criterios mencionados por los agricultores. El tamaño de muestra inicial fue de al menos 15 individuos, los cuales se volvieron a seleccionar de tal modo que el número se redujo a 10 individuos. Se consideró la información relacionada con los criterios de selección o de preferencia de los productores y se realizó un análisis cualitativo para determinar la importancia de dichos criterios, clasificándolos de acuerdo a su importancia, para emplearlos al momento de la selección. Con base en la caracterización de plantas de achiote, ya fuera poblacional o individual, se analizó la variación del germoplasma y los resultados se sometieron a análisis estadísticos para diferenciarlos y clasificarlos. Las herramientas estadísticas empleadas fueron análisis de varianzas individuales o análisis multivariados, según lo exigía la información que se debía examinar. Con base en toda la información disponible se realizó la selección de individuos y de poblaciones que demostraron ser morfológicamente diferentes. Finalmente se marcaron los individuos seleccionados y se procedió a tomar el plasma germinal en forma de semilla para establecerlo en los campos experimentales del ITCONKAL. Este germoplasma será empleado para la reproducción clonal, cruzamientos o cualquier otra metodología que se decida con tal de avanzar en el mejoramiento a futuro.

Micropropagación de materiales sobresalientes

Se utilizaron las semillas de los árboles de achiote caracterizados en campo y se evaluó el contenido de bixina por medio del método reportado por McKeown y Mark, 1962 (Preston y Rickard, 1980). Los árboles con contenido de bixina superiores al 2.7 % fueron la fuente de yemas meristemáticas. Se empleó el medio de cultivo PC-L2 (Phillips y Collin, 1979). Las yemas se depositaron en matraces Erlenmeyer o en vasos de precipitado y se remojaron en

etanol al 70 % con dos gotas de Tween 20, y el contenido se agitó durante tres minutos. Posteriormente las yemas se enjuagaron una vez, con agua destilada estéril, y seguidamente se les añadió hipoclorito de sodio al 1.5 % con dos gotas de Tween 20. Nuevamente el contenido se agitó, esta vez durante cinco minutos. Finalmente las yemas se enjuagaron varias veces con agua destilada estéril, hasta que no se presentaron burbujas del agente surfactante. Cuando se presentó contaminación por hongos se utilizó la mezcla preservativa para materiales vegetales denominada PPM™ (*Plant Cell Technology*. Washington D. C.). Para establecer las condiciones óptimas para el proceso de inducción de brotes, a partir de las yemas meristemáticas de árboles adultos de achiote cultivados *in vitro*, se variaron las concentraciones de bencilaminopurina (BAP) y ácido naftalén acético (ANA), en los rangos de 0-20 mg/L las combinaciones de ambos. Para establecer las condiciones óptimas para el proceso de elongación y de mantenimiento de los brotes obtenidos a partir de las yemas meristemáticas de achiote, se variaron las concentraciones (0-20 mg/L de BAP y ANA), para obtener los mejores resultados. Para establecer las condiciones óptimas para el proceso de formación de raíces de los brotes obtenidos, se manipuló la concentración de ácido indol butírico (AIB), en el rango de 0-10 mg/L, y para establecer las condiciones óptimas para el proceso de adaptación en macetas, de los brotes enraizados, estos fueron colocados en macetas con un sustrato de tierra:vermiculita (1:1) y se cubrieron con bolsas de plástico. Diariamente a las bolsas se les hicieron orificios con una aguja hasta que la humedad dejó de presentarse al interior de las mismas, luego dichas bolsas se retiraron para dejar el brote descubierto, regándose cada 2 días. Una vez que las plántulas se adaptaron, estas se transfirieron a los sombreadores de los invernaderos en donde permanecieron 30 días antes de ser transferidas a campo.

Evaluación y definición de descriptores UPOV

En semillero, se sembraron materiales de 14 accesiones colectadas en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán. Posteriormente se establecieron las plántulas de los materiales en un lote de 0.5 ha, el cual cuenta con sistema de riego y está ubicado en terrenos del ITCONKAL. Las plantas cultivadas se mantuvieron durante cuatro meses para incrementar su crecimiento.

Posteriormente los descriptores morfológicos vegetativos fueron cotejados con la información existente, acerca de la caracterización *in situ* previa, efectuada al momento de la colecta, con lo que se ajustaron algunos criterios para mejorar el formato de descriptores.

Fomento del cultivo del achiote en solares o traspatios

Se escogió una comunidad que fuera representativa de la zona milpera yucateca. Se estableció contacto con las autoridades para conocer los distintos tipos de solares y se describieron las características fisiográficas, productivas y socioeconómicas de las comunidades seleccionadas. De manera aleatoria, se escogió un solar de cada una de las manzanas que hay en la cabecera municipal de la localidad. Se identificó, por tipo, el número de solares y se trazaron el tamaño y la forma del mismo. Se definió la importancia que tiene el solar para la familia, estableciéndose de manera diacrónica la forma en cómo su participación ha mejorado la condición del solar, de tal modo que se detectaron los principales problemas que existen en el sitio. Se definieron algunas razones por las cuales es importante conservar a la especie. Las más importantes fueron la forma de reproducción, tecnología para su producción, descripción de los diferentes usos e importancia de la especie en la comunidad según la zona y la región.

Seguimiento del plan estratégico

Se realizaron dos reuniones con los miembros de la Red Achiote, radicados en Yucatán. Los acuerdos tomados fueron enviados a los demás miembros vía correo electrónico para unificar criterios y planes de trabajo. Asimismo, en el mes de agosto, en Tapachula, Chiapas, se hizo la reunión anual de revisión y seguimiento del plan estratégico. Se participó en un congreso nacional y en la Primera Feria de la Agrobiodiversidad y Agroproductos del SINAREFI, celebrada en Xochitla, Parque Ecológico, ubicado en Tepetzotlán, Estado de México.

Resultados y discusión

En el mejoramiento participativo se hicieron las colectas planeadas, se caracterizaron los materiales y se realizaron las entrevistas proyectadas para poder

seleccionar, principalmente con base en los caracteres agronómicos, a los productores con quienes se realizaron los trabajos de mejoramiento. La propagación *in vitro* resultó todo un reto debido a que se presentó un alto porcentaje de contaminación por hongos (83 %). Solo el 17 % del material estaba en condiciones asépticas, a pesar de que se probaron diversos agentes utilizados en la higiene del mismo (cloruro de mercurio, etanol, hipoclorito de sodio, PPM, Tween 20, etcétera) para evitar la contaminación por hongos o por bacterias. En consideración de lo anterior, se optó por germinar las semillas y por propagar vegetativamente a cada individuo *in vitro*, para que de esta forma se pudiera disponer de varias réplicas del mismo individuo, con tal de contar con suficiente material vegetal. Otra opción que se consideró fue la de utilizar directamente los explantes, a partir de la planta germinada, pero esta última estrategia requiere más tiempo que la primera que se planteó. En cuanto al rendimiento de brotes/explante, independientemente del método de germinación, las plántulas germinadas fueron nuestra fuente de explantes, con la ventaja de que no se requiere del PPM para la asepsia de las semillas de achiote, ya que no se permite la importación de dicho reactivo.

Los resultados obtenidos fueron: los explantes de hoja y raíces resultaron negativos a la inducción de brotes; mientras que los explantes de hipocótilo fueron los que presentaron inducción de brotes a los 30 días, a partir de los callos formados. Se lograron obtener brotes de tres accesiones de achiote, morfotipos: *criolla*, *peruana roja* y *trilobulada*. En virtud de que el mayor número de brotes se presentó en la concentración de 4.43 M de BAP, fue esta la concentración en la que nos basamos para establecer el protocolo de regeneración de plantas de achiote *in vitro*. Después del proceso de separación de los brotes de 2 a 3 cm de largo, a partir de los explantes originales, estos se transfirieron a un medio semi-sólido PC, libre de reguladores de crecimiento, para lograr su elongación y posterior enraizamiento con AIB; sin embargo, a estos brotes, en el medio de elongación —es decir, un medio sin reguladores de crecimiento—, en lugar de sembrarlos en un medio fresco al transcurrir un mes, se les añadieron de 10 a 15 ml de medio líquido con 4.43 M de BAP (el volumen varió en función de la posición de la yemas axilares, ya que lo importante es que no se inunden

completamente al brote), con lo que se presentó una proliferación masiva de brotes a partir de las yemas axilares preexistentes. Lo anterior es muy útil para lograr la reposición de clonas, pues a partir de un individuo se pueden obtener clonas sucesivas y reponer los individuos que se pierden debido al pobre crecimiento, como resultado de su caída dentro del frasco o debido a la contaminación del individuo.

La colecta núcleo ha sido establecida con 40 materiales, de las accesiones colectadas, en la península de Yucatán y en el estado de Chiapas. Con estos materiales actualmente se trabaja en la definición y el establecimiento de los descriptores del achiote, mismos que serán propuestos al SNICS. El fomento de la siembra de achiote en los solares, se ha realizado en las comunidades de Tekom, en el municipio de Tekom, en Chinquilá, municipio de Tecoh, y en Temozón Norte, municipio de Mérida, en el estado de Yucatán. Originalmente el trabajo solo se efectuó en la comunidad de Tekom, que es la cabecera del municipio del mismo nombre, también se tomó en cuenta que es una comunidad predominantemente indígena, ya que más del 90 % de la población habla maya; sin embargo, debido a las facilidades proporcionadas y al interés de conocidos, se decidió incluir a las otras dos comunidades tradicionales mencionadas, pues gran parte de los adultos aún se dedican a la milpa, a pesar de que es creciente la influencia laboral que tiene la Riviera Maya en los jóvenes. En las comunidades mencionadas se estableció contacto con las autoridades y con los líderes de opinión.

La reunión de Red Achiote se llevó a cabo los días 24 y 25 de agosto del año 2012, en las instalaciones del CERI, ubicado en el municipio de Huehuetán, Chiapas. Además de evaluar el avance de las actividades programadas en el proyecto 2011-2012, se abordaron diversos e importantes temas como: la redefinición de algunas actividades del plan estratégico, las actividades para el ejercicio 2012-2013, el análisis de las actividades que no han sido aprobadas en los proyectos previos y las estrategias a seguir para elaborar las publicaciones de la red, ya que se acordó que había suficiente información para efectuar dicha actividad. De igual forma se realizó una salida a campo con el fin de observar la diversidad del achiote en la región del Soconusco y de conocer las instalaciones del campo. Durante el ejercicio

2011-2012, la red realizó otras actividades de difusión adicionales, como la participación, con una ponencia producto de los resultados obtenidos a través de las actividades que desarrolla la red, en el congreso anual del INIFAP (RENILAF 2012), asimismo, se publicó un artículo en la revista *Agroproductividad* del Colegio de Postgraduados. Otra de los eventos representativos fue la participación en la Primer Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos, organizada por el SINAREFI, que se desarrolló en las instalaciones de Xochitla, Parque Ecológico, ubicado en Tepetzotlán, Estado de México, en donde se expusieron productos de achiote elaborados por una agroempresa. En el pabellón se ofreció una muestra gastronómica con platillos preparados por un chef, de acuerdo a las tradiciones culinarias del achiote.

Productos entregables e indicadores de impacto

- 6 fichas técnicas de los productores y de los materiales genéticos.
- 45 vitroplantas de tres materiales de achiote transferidos a los centros de conservación.
- 1 base de datos de la evaluación.
- 1 guía técnica para la producción en huertos familiares.
- 1 plan estratégico revisado y actualizado.

Conclusiones

Se seleccionaron seis productores y materiales genéticos para el mejoramiento participativo.

Se lograron regenerar tres accesiones de achiote *in vitro* y se enviaron como respaldo a los centros de conservación del SINAREFI, se enviaron brotes enraizados al estado de Chiapas, mientras que a Veracruz y Guanajuato, se enviaron brotes *in vitro*.

La colecta núcleo está establecida y se están replanteando los descriptores morfológicos de achiote, al caracterizar las 40 accesiones plantadas.

Se fomentó el cultivo de achiote en tres comunidades de Yucatán, plantando accesiones sobresalientes con familias mayas de las zonas elegidas.

El plan estratégico fue revisado y replanteado de acuerdo al análisis de la reunión de red, asimismo se difundieron las actividades de la red a través de la participación en un congreso nacional y de la publicación de un artículo, además se participó activamente en la Primer Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos que organizó el SINAREFI.

Bibliografía

- Aparnathi, K., R. Lata and R. S. Sharma. 1990. Annatto (*Bixa orellana* L.): its cultivation, preparation and usage. *International Journal of Tropical Agriculture* 8(1) 80-88.
- Arce J. 1999. El achiote (*Bixa orellana* L.): cultivo promisorio para el trópico. 1.^a Ed. Earth, Costa Rica. pp 1-39.
- Godoy-Hernández, G. 2001. El achiote. Una especie subexplotada. *Ciencia y Desarrollo*. 26: 34-39.
- Jondiko, I. J. and G. Pattenden. 1989. Terpenoids and an apocarotenoid from seeds of *Bixa orellana*. *Phytochemistry* 28(11): 3159-3162.
- MccKeown, G. G. and E. Mark (1962). The composition of oil-soluble annatto food colors. *Journal of the AOAC*. 45(3): 761-766.
- Mercadante, A. Z., A. Steck and H. Pfander. 1997. Isolation and identification of new apocarotenoids from annatto (*Bixa orellana*) seeds. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45(4): 1050-1054.
- Phillips, G. C. and G. B. Collins (1979). *In vitro* tissue culture selected legumes and plant regeneration from callus culture of red clover. *Crop Science* 19(1): 59-64.
- Preston, H. D. and M. D. Rickard (1980). Extraction and chemistry of annatto. *Food Chemistry* 5(1): 47-56.

Evaluación y aprovechamiento sustentable de especies utilizadas como quelites

Delia Castro Lara¹, Robert Arthur Bye Boettler², Luz María Mera Ovando³, Francisco Alberto Basmurto Peña⁴, Julio César Montero Rojas⁵, Dolores Valadez Cruz⁶, Martha Claudia Vázquez Rodríguez⁷, Erick Jair Figueroa⁸, Adriana Caballero Roque⁹, Amilkar Magdaleno González¹⁰, Alejandro Álvarez Trujillo¹¹, Jorge Álvarez Vega¹², César Mendoza¹³, Tobías Rodríguez Ramírez¹⁴ y David Martínez Moreno¹⁵

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: dcastro@ibiologia.unam.mx. ²Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: rbyemex@yahoo.com.mx. ³Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: projects@ib.unam.mx. ⁴Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: abasurto@ibiologia.unam.mx. ⁵Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Correo electrónico: jcmr@ibiologia.unam.mx. ⁶Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: dvc@yahoo.com.mx. ⁷Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: marthaklausvr@gmail.com. ⁸Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: punkreves@hotmail.com. ⁹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Correo electrónico: adriana.caballero@unicach.mx. ¹⁰Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. ¹¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. ¹²Sabor a México. Correo electrónico: jorgealvarez-jmeditores@hotmail.com. ¹³Sabor a México. Correo electrónico: sabormx_jm@yahoo.com.mx. ¹⁴Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Correo electrónico: tobrog@hotmail.com. ¹⁵Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Correo electrónico: damartin@siu.buap.mx.

Resumen

Quelite, es un término utilizado en México para referirse a aquellas plantas herbáceas cuyas hojas y tallos tiernos son consumidos como verdura. Su consumo ha sido documentado desde la época prehispánica y en la actualidad forma parte importante de la dieta de varios grupos humanos en diversas zonas del país. A la fecha se han inventariado cerca de 250 especies distribuidas en el territorio nacional. El término «quelite» deriva del vocablo nahuatl *quilitl* y se usa para designar a las hierbas comestibles. Dicho término tiene sus correspondientes traducciones en diversos idiomas indígenas. Muchas de estas especies son arvenses o plantas que crecen asociadas a los diferentes sistemas agrícolas, tanto de temporal como de riego, que existen en México, principalmente en lo que se conoce como *agricultura tradicional*. Su aporte nutricional es muy relevante ya que contienen cantidades importantes de vitaminas y minerales; sin embargo, su utilización ha disminuido gradualmente debido a factores como cambios en los hábitos alimentarios de la población, influencia de los medios masivos de comunicación, aspectos socioeconómicos y culturales, migración de los habitantes del campo hacia las ciudades, crecimiento de las zonas urbanas y, en algunos casos, pérdida del hábitat. Debido a lo anteriormente mencionado, en esta fase, y en concordancia con el plan estratégico, la Red Quelite se enfocó a realizar la colecta dirigida de especies de quelites, a la elaboración de productos con potencial de mercado y a la implementación de talleres. Con estas acciones y por medio de la elaboración de materiales de divulgación, pláticas dirigidas a diversas audiencias en diferentes foros, así como la publicación de artículos en periódicos, se pretende promover y revalorar el consumo de quelites en las comunidades del país para que de este modo se pueda asegurar su utilización y conservación.

Introducción

En las últimas décadas ha aumentado el interés por el estudio de los quelites y se han inventariado como parte de la flora comestible de diferentes grupos humanos; en estudios de domesticación, al presentar casos actuales de dicho proceso; en la evolución de la dieta humana; y como productos nutraceuticos o alimentos medicinales; sin embargo, aún se conciben como recursos alimentarios de emergencia.

El consumo de quelites en México está ampliamente distribuido, principalmente en zonas rurales; aunque algunas especies son utilizadas en zonas urbanas y comercializadas en los mercados y en los tianguis. Algunas de estas plantas incluso pueden encontrarse en supermercados (Mera, *et al.*, 2011).

En general, se considera que el consumo de estas plantas es menor en la actualidad que en el pasado, sobre todo en áreas urbanas; pero dicha disminución también se ha reflejado en zonas rurales, debido, entre otras causas, a cambios en los hábitos alimentarios, inducidos en buena medida por los medios masivos de comunicación, y a la inserción en la sociedad nacional, gracias al desarrollo de vías de comunicación, de zonas antaño más o menos aisladas.

El consumo de quelites es común y se sigue produciendo y aprovechando en diversas zonas del país, con lo que se abastece a mercados locales o regionales, poniendo estas plantas al alcance de la población que aún conserva el gusto y la tradición de consumir quelites. En el presente proyecto se lograron los siguientes objetivos: colecta de germoplasma de diversas especies de quelites; ampliación del mercado y de formas de consumo, mediante la elaboración de nuevos productos; y revalorización y fomento del consumo de quelites, mediante la implementación de talleres y la participación en diversos foros.

Materiales y métodos

Validación de recursos genéticos de quelites en la zona centro y sur del país

Con el objetivo de realizar la colecta de germoplasma de diversas especies de quelites, se realizaron recorridos etnobotánicos y de campo en diversos

estados ubicados en la zona centro y en la zona sur del país. Durante el primer recorrido se localizaron las poblaciones que debían colectarse y se tomaron datos etnobotánicos, de georreferenciación y de altitud de los hábitats, así como los nombres de los productores cooperantes. Posteriormente, ya que las plantas estuvieron en la etapa de fructificación, se procedió a realizar la colecta. Los materiales colectados se transportaron al laboratorio en donde se colocaron en charolas de cartón para su secado, limpieza y acondicionamiento, para después entregarlos al banco de germoplasma correspondiente.

Elaboración de productos con potencial de mercado

Se trabajó en la elaboración de un producto de panificación utilizando *chipilín* (*Crotalaria pumila* Ort.), quelite con muy buena aceptación por parte de la población, principalmente en los estados de Chiapas y Oaxaca, así como en el sureste del país.

La elaboración del producto se realizó en el Laboratorio de Dietética y Tecnología de Alimentos y en el Laboratorio de Panadería en Gastronomía, ubicados en la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, de la UNICACH. Para la elaboración del concentrado de chipilín se realizaron tres tipos de formulación, con diferente concentración del quelite, para seleccionar aquella con la cual se pudiera obtener el mejor producto final, con las cualidades sensoriales más deseables. El procedimiento empleado para la elaboración del concentrado de chipilín consistió en pesar todos los ingredientes, deshojar y desinfectar el chipilín, hervir hasta llegar al punto de ebullición, enfriar a temperatura ambiente y licuar hasta obtener una mezcla homogénea. Para obtener el pan de chipilín primero se realizó el cernido de la harina de trigo y la posterior incorporación de la harina, del azúcar y de la sal, después se agregó el concentrado de chipilín obtenido previamente. La mezcla se amasó y se horneó a 180 °C. Se efectuaron las pruebas sensoriales de los productos elaborados a través de métodos afectivos, con un panel de participantes no entrenados. Participaron 42 estudiantes, de 18 a 22 años de edad, de la carrera de gastronomía de la UNICACH. Se evaluó el nivel de agrado por

atributos mediante una escala hedónica estructurada de tres puntos. Cada panelista eligió entre las opciones: me gusta, me gusta poco, no me gusta.

Otros productos elaborados fueron envasados con diferentes guisos de quelites. Para su elaboración se trabajó con amas de casa de la comunidad de Zoateopan, Puebla, a través de un curso taller. En esta actividad las participantes elaboraron diferentes guisos con quelites combinando varios ingredientes y posteriormente se procedió al envasado, etiquetado y pasteurizado de los productos.

Realización de talleres para fomentar el consumo de quelites

Los talleres se dirigieron a un público muy diverso, es decir, personas de diferente edad, sexo y ocupación. Se impartieron en contextos y foros distintos. Los talleres impartidos fueron: «Cocina verde: quelites en tu mesa», taller demostrativo en relación con la preparación de platillos elaborados con quelites, el cual tuvo como objetivo dar a conocer la importancia de los quelites en la alimentación, mediante dos recetas, se ejecutó el proceso de elaboración frente al público asistente y se sustentó el procedimiento con la información biológica, cultural y nutricional de las plantas utilizadas; «Quelites con los ojos cerrados», taller de reconocimiento sensorial de diferentes tipos de quelites, el cual tuvo como objetivo que el público asistente apreciara las propiedades organolépticas de 10 quelites diferentes, al realizar una degustación de hojas frescas y cocidas para identificar las características de sabor, aroma y textura; y «Quelites: formas novedosas de preparación» taller que tuvo como objetivo que los alumnos de la carrera de gastronomía conozcan qué son los quelites, valoren su importancia histórica y nutricional en la alimentación y aprendan y experimenten la creación de nuevas recetas a base de estos recursos.

Resultados y discusión

Validación de recursos genéticos de quelites en la zona centro y sur del país

Se obtuvieron 40 accesiones de semillas, de diferentes especies de quelites, con sus respectivos datos

pasaporte. Las colectas provienen de diversos estados del país como Chiapas, Estado de México, Morelos, Oaxaca y Puebla. Las colectas se realizaron en diferentes hábitats, como cafetales, chilares, huertos familiares, milpas, terrenos abandonados y vegetación natural.

Elaboración de productos con potencial de mercado

Se elaboró un producto de panificación a base de chipilín (Figura 1), con muy buena aceptación por parte de los encuestados, quienes, de acuerdo a los resultados de la prueba sensorial realizada, determinaron que el pan con mayor aceptación, por el 85 % de los participantes, fue el que tenía el mayor concentrado de chipilín. Esto comprueba que este quelite tiene una alta aceptación por la población y que tiene un gran potencial para ser utilizado en la elaboración de diferentes productos.



Figura 1. Pan de chipilín

Con respecto al envasado de productos elaborados a base de quelites, se obtuvieron un total de 16 preparados diferentes. Ocho se llevaron al proceso de esterilización y otros ocho al proceso de pasteurización. Los dos procedimientos son de mucha utilidad. Los resultados fueron similares en cuanto a la conservación de los alimentos por periodos de larga duración. Las recetas de los guisados se elaboraron a partir de los conocimientos de las personas que participaron en el curso-taller. Todos los guisos fueron únicos, no se recurrió a recetas o a libros de cocina. La degustación de los guisados se realizó tanto al inicio de la pasteurización y de la esterilización, como al final de ambos procedimientos, esto con el

fin de comprobar la textura, el sabor y la aceptación de los alimentos. También se observó que el uso de los envases de vidrio con tapas metálicas fue muy útil en los procesos de pasteurización y de esterilización, ya que el calor húmedo permitió el buen sellado de los envases. En cada equipo de trabajo se distribuyeron los envases de los alimentos ya preparados, los cuales, los integrantes de los equipos, se los llevaron a su casa para su degustación posterior.

Realización de talleres para fomentar el consumo de quelites

A través de los diversos talleres formulados e impartidos, se pudo sensibilizar a un gran público ya que se atendieron cerca de 3 000 personas de diferentes edades y ocupaciones, debido a que se trabajó con niños, estudiantes de gastronomía y amas de casa (Figura 2). La dinámica de los talleres tuvo una gran participación e interés por parte de los asistentes, quienes mostraron gran entusiasmo e inquietud por conocer más acerca de las especies conocidas como quelites.



Figura 2. Estudiantes de gastronomía, quienes participaron en el taller desarrollado en el Centro Culinario Ambrosia

Productos entregables e indicadores de impacto

- 40 accesiones con datos pasaporte, entregadas al banco designado
- 1 producto novedoso para el consumo de quelites
- 3 talleres
- 1 plan estratégico actualizado

Conclusiones

Es importante continuar con la colecta de germoplasma para tener reunida la mayor diversidad de las especies de quelites y sus morfotipos.

La incorporación de un concentrado de chipilín a productos relacionados con la panificación, es una propuesta que le otorga un uso gastronómico diferente al chipilín del que tradicionalmente se le conoce, esto es como ingrediente de platillos regionales. En este proyecto la cantidad de chipilín utilizado para hacer el concentrado fue de 85 g; sin embargo, se puede continuar con la experimentación de tal modo que se satisfaga el gusto de otros comensales, por lo que podría variar la cantidad requerida de chipilín. Este concentrado también se puede usar en otro tipo de preparaciones.

La lluvia de ideas enriqueció el trabajo y el desarrollo del taller sobre envasados. La participación de todos los asistentes tuvo importancia en cuanto al intercambio de conocimientos ya que cada asistente aportó información relevante para la preparación de los guisados. Al término del curso-taller, cada grupo de trabajo degustó sus propios platillos y los participantes cuestionaron cuáles serían las posibilidades para realizar más talleres de este tipo, de tal manera que se estableciera una cultura para conservar estos productos alimentarios.

El uso de secado al sol no es propicio para la región ya que la humedad persistente en la zona no permite un secado uniforme tratándose de vegetales.

Las actividades de difusión y revalorización son fundamentales para el fomento del uso de estas plantas ya que si no existe una demanda de ellas, los productores probablemente dejarán a un lado estos recursos fitogenéticos.

Bibliografía

- Mera O, L. M., D. Castro L., R. A. Bye B. (Comps.). 2012 Especies vegetales poco valoradas, una alternativa para la seguridad alimentaria. UNAM, SNICS, SINAREFI. México, D. F. 215 p.

Evaluación, mejoramiento y fomento sustentable del romerito (*Suaeda* spp.) en México

Aquiles Carballo Carballo¹, Roberto Noguez Hernández², Vicente Mendoza de Jesús³ y José Luis Zárate Castrejón⁴.

¹Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Correo electrónico: aquiles.carballo@gmail.com.

²Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: rnoguezh@hotmail.com. ³Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Correo electrónico: vicentemdj@hotmail.com. ⁴Universidad Autónoma Chapingo.

Resumen

En el seguimiento de las actividades de la Red Romerito, durante el ejercicio 2011, se obtuvieron los siguientes avances: caracterización de 40 materiales, con sus respectivos datos pasaporte, colectados en los años 2009 y 2010 en siete entidades mexicanas. Las observaciones de campo y laboratorio permitieron contar con 21 caracteres que serán útiles para efectuar las descripciones varietales de romerito, los cuales contemplan las estructuras de cotiledón, plántula, tallo, hoja, flor, inflorescencia, fruto, semilla y planta. El trabajo se realizó en el Colegio de Postgraduados, campus Montecillo. En la parte relacionada con el mejoramiento genético, el objetivo fue lograr el avance generacional de los materiales sobresalientes para verdura, ello implica la evaluación en la etapa de verdura y en la etapa posterior a esta. Se evaluaron los materiales en Mixquic y una repetición en el Colegio de Postgraduados, para observar la estabilidad de los materiales. A partir de la reunión de la red, en el ejercicio pasado, se planteó la necesidad de priorizar las actividades que conlleven al beneficio de los campesinos que cultivan el romerito. Durante la reunión llevada a cabo en la UACH, en el presente año, se plantearon estrategias para corto, mediano y largo plazo. Además se presentaron los resultados de la red hasta ahora obtenidos. Finalmente se cuenta con un plan estratégico proyectado para seis años.

Introducción

Los trabajos de caracterización morfológica tienen como objetivo conocer los atributos de cada accesión para propósitos de distinción y conocer su diversidad en el país, así como identificar la base del germoplasma, entre otros aspectos que aseguren su protección como recurso nativo de México. En el caso del romerito (*Suaeda* spp.) los trabajos de caracterización son importantes porque son la base para el mejoramiento genético y para el registro de futuras variedades. La precocidad en etapa vegetativa, tolerancia a bajas temperaturas, salinidad, carnosidad de la hoja y mayor cantidad de materia fresca y seca, son algunos de los criterios que se utilizaron para la selección de los materiales plantados en parcelas del poblado de Mixquic, Distrito Federal, y de un duplicado en el Colegio de Postgraduados, ubicado en el Estado de México. Las actividades aprobadas por el SINAREFI para el presente proyecto fueron las siguientes: caracterizar morfológicamente 40 accesiones de romerito

de siete estados del país; continuar con los trabajos de mejoramiento participativo de materiales sobresalientes de colectas que representan seis estados y el Distrito Federal; estructurar el plan estratégico de la red para corto, mediano y largo plazo; y dar a conocer los resultados logrados hasta el presente ejercicio.

Materiales y métodos

Evaluación morfológica

Las semillas se sembraron en charolas de poliestireno, el 15 de febrero del 2012. El trasplante se realizó a mediados de abril, a una distancia entre surcos de 0.8 m y entre planta de 0.2 m. La observación de los caracteres se realizó desde la etapa de plántula hasta la cosecha de la semilla. Los caracteres considerados para el trabajo fueron: pigmentación betacianica del cotiledón, intensidad de coloración del hipocótilo, color

principal del tallo, ángulo de inserción de las ramas, estrías, color de la estría, color del dosel, longitud y forma de la hoja, ápice de la hoja, hábito de crecimiento, altura de la planta, tipo de inflorescencia, número de flores por glomérulo, simetría floral, número de estambres visibles, tamaño de semilla, peso de 1 000 semillas y ciclo de vida. Los materiales corresponden a los estados: Estado de México, Jalisco, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí y Tlaxcala y al Distrito Federal.

Mejoramiento genético

Las líneas de romerito se sembraron en charolas de poliestireno de 338 cavidades, usándose peat moss como sustrato. Cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 8 cm se trasplantaron en parcelas ubicadas en el ejido de Tulyehualco, Distrito Federal, y en los campos experimentales del Colegio de Postgraduados, en el Estado de México. Para la selección de las plantas con caracteres sobresalientes se preseleccionó antes del tamaño comercial como verdura y se efectuaron observaciones periódicas. Antes que se cosechara la semilla se realizó otra evaluación y se cosecharon plantas con gran cantidad de semillas. En este trabajo se consideró el punto de vista de los productores, de los integrantes de la red y del fitomejorador.

Evaluación, mejoramiento a corto, mediano y largo plazo

El plan estratégico de la Red Romerito corresponde a los objetivos (corto, mediano y largo plazo) que la red ha establecido con la participación de los investigadores, productores y demás actores involucrados en la promoción o ejecución de acciones para realizar la conservación, el aprovechamiento y el uso sustentable del romerito. Se realizó la tercera reunión con la asistencia de productores, investigadores y estudiantes de otras disciplinas. El objetivo fue presentar resultados de los proyectos de la red, firmar el acta constitutiva y establecer la estrategia de trabajo para el ejercicio fiscal 2012-2013.

Resultados y discusión

Se cumplió el objetivo de caracterizar 40 materiales, los cuales pertenecen a siete estados del país y al Distrito Federal, accesiones que se encuentran en el SINAREFI para su resguardo en el banco de germoplasma.

Se contó con 21 caracteres observados por accesión. Cabe destacar que este tipo de trabajo no había realizado en el país y esto representa un gran avance para la Red Romerito. Los caracteres que mejor separan a las accesiones de romerito son el ciclo de la planta (anual o perenne), la simetría de la flor, la presencia de estrías y el hábito de crecimiento. Cabe destacar que las plantas de occidente presentan la característica de crecer de manera postrada, mientras que el resto de las accesiones presentan el hábito erecto o semierecto, excepto las perennes del Estado de México y Tlaxcala. En general las accesiones se agrupan en aquellas provenientes del occidente del país (Guanajuato, Jalisco, Michoacán), las accesiones procedentes del centro de la república (Distrito Federal, Estado de México, Puebla y Tlaxcala) y las pertenecientes al estado de San Luis Potosí. Con estos resultados se confirma la gran variabilidad de las accesiones con las que cuenta el sistema y de igual modo se han encontrado los caracteres que permitieron resolver algunas confusiones taxonómicas que presenta el género *Suaeda* en México. También se han sentado las bases para la elaboración de la *Guía Técnica del género Suaeda*, la cual se encuentra en su última etapa de revisión para enviarla posteriormente al SNICS.

Se cumplió la meta establecida sobre la selección de materiales sobresalientes, con el avance generacional se están homogeneizando los caracteres de interés. En este ejercicio se cuenta con semilla para continuar con selecciones (S1 y S2) para mejorar la calidad de la planta como verdura, por ejemplo, la calidad de la hoja, la presencia de un tallo grueso y resistencia a enfermedades, plagas y frío. Se observó una vez más que las plantas de Jalisco no crecen de manera favorable bajo las condiciones de Texcoco, Estado de México, y de Mixquic, Distrito Federal. Con estos resultados es conveniente realizar el mejoramiento de esta variante bajo condiciones parecidas a las del estado de Jalisco. En tanto que entre las accesiones de Guanajuato y de Michoacán se presentaron algunas plantas que quizá puedan establecerse en el futuro bajo las condiciones del centro del país. En resumen, se cuenta con 152 líneas generadas para continuar con el programa de mejoramiento genético en romerito, las cuales representan a cinco estados. De las líneas sembradas en el Colegio de Postgraduados se cuenta con 43 selecciones y 109 selecciones de Mixquic. Se cuenta con suficiente semilla para continuar con el mejoramiento

para el próximo ciclo, bajo el esquema de selección. En un futuro se buscará aumentar la cantidad de planta en campo de cada una de las selecciones.

Dentro del plan estratégico se contemplan 15 actividades prioritarias que se distribuirán en seis años de trabajo, atendiendo las cuatro áreas estratégicas del SINAREFI. Las actividades que se efectuarán son: publicación del diagnóstico del romerito (*Suaeda* spp.), elaboración del mapa de áreas prioritarias identificadas para conservación del género *Suaeda*, la realización de una monografía del género, servicios de conservación, resguardo, establecimiento de bancos comunitarios, regeneración, colecta, caracterización de nuevos materiales, mejoramiento, diseño de nuevos implementos, fortalecimiento de la red, enseñanza y sensibilización de la opinión pública.

La Red Romerito participó en el X aniversario del SINAREFI, evento que se llevó a cabo en Xochitla, Parque Ecológico. El pabellón contó con información generada por la red: mapa de distribución de las colectas, fenología del cultivo, sistema alternativo de cultivo del romerito, mejoramiento genético y propiedades nutrimentales del romerito. Además, se realizó una muestra gastronómica y se llevaron a cabo juegos didácticos, en los cuales estaba como tema principal el romerito. El interés mostrado por los asistentes se constató por el primer lugar obtenido en la Macro Red Impulso, con ello se confirmó la dedicación de los integrantes por dar a conocer al romerito como un recurso importante en México.

Productos entregables e indicadores de impacto

- 40 colectas caracterizadas y con sus datos pasaporte
- 1 documento sobre la propuesta de *Guía técnica para caracterizar variedades de romerito (Suaeda spp.)*
- 152 líneas seleccionadas
- 1 documento sobre el plan estratégico de la red

Conclusiones

Los trabajos de caracterización son esenciales para entender las diferencias entre las accesiones y constituyen la base para efectuar el mejoramiento

genético, ya que a través de estos se conocen caracteres de interés para los fitomejoradores.

Las selecciones obtenidas hasta ahora cumplen con las expectativas de los productores porque ellos están involucrados (mejoramiento genético participativo) debido a que en conjunto, el mejorador y los productores, definen los caracteres de interés y sobre ellos se trabaja.

El plan estratégico contempla las actividades que requieren atención para lograr la conservación *in situ*, y la conservación *ex situ*, potenciar el recurso y crear las capacidades necesarios, lo cual implica la difusión de los resultados, la sensibilización de la opinión pública y la publicación de libros y folletos que darán a conocer al romerito como otro recurso potencial en México.



Visita en campo con productores de romerito

Bibliografía

- Carballo, C. A., R. Noguez H., J. L. Zárate C., R. Espinosa C. 2012. El Romerito. Una Hortaliza cultivada en el Distrito Federal. SNICS-SINAREFI. México.
- Franco, T. L. y R. Hidalgo (eds.). 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín Técnico núm. 8. IPGRI. Cali, Colombia. 89 p.
- Meraz, L. 2009. Diagnostico de Red. Inédito. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Evaluación del complejo *Portulaca oleracea* L. involucrado en la producción de verdolaga para hortaliza en México

Luz María Mera Ovando¹, Delia Castro Lara², Robert Arthur Bye Boettler³, Joel Rodríguez Servín⁴, Amanda Luna Mera⁵, Myrna Mendoza Cruz⁶, María del Carmen Loyola Blanco⁷, Julio César Montero Rojas⁸, Adriana Caballero Roque⁹, María del Carmen Gómez Nucamendi¹⁰, María Elia Ramos Guillén¹¹, Gabriela Eunice García Espinosa¹², Jorge Álvarez Vega¹³ y César Mendoza¹⁴.

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: projects@ib.unam.mx. ²Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: dcastro@ibiologia.unam.mx. ³Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: rbyemex@yahoo.com.mx. ⁴Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: joel.rodriguez@ibunam2.ibiologia.unam.mx. ⁵Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: amelie.1413@gmail.com. ⁶Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Correo electrónico: myrna@ibiologia.unam.mx. ⁷Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Correo electrónico: loyola@ibunam2.ibiologia.unam.mx. ⁸Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Correo electrónico: jcmr@ibiologia.unam.mx. ⁹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Correo electrónico: adriana.caballero@unicach.mx. ¹⁰Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Correo electrónico: china_gn_8@hotmail.com. ¹¹Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Correo electrónico: bony17_@hotmail.com. ¹²Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Correo electrónico: gabi_160_@hotmail.com. ¹³Sabor de México. Correo electrónico: jorgealvarez-jmeditores@hotmail.com. ¹⁴Sabor de México. Correo electrónico: sabormx_jm@yahoo.com.mx.

Resumen

La conservación de los recursos fitogenéticos depende en gran medida del uso que realicen de los mismos tanto el productor como el consumidor, lo que a su vez depende del grado de conocimiento que se tenga de dichos recursos y del nivel de socialización que se haga de ese conocimiento. Aun cuando el consumo de la verdolaga se remonta a la época prehispánica, actualmente los consumidores poco conocen acerca de su contenido nutrimental, de las formas de preparación para su consumo, de la descripción del cultivo y de la riqueza de su variación genética para lograr el desarrollo de nuevas variedades vegetales. Tal diversidad genética se encuentra resguardada en las formas silvestres, en los arvenses y en las formas cultivadas de la especie *Portulaca oleracea* L. Bajo esta premisa la Red Verdolaga, del SINAREFI, grupo interdisciplinario de instituciones académicas y de productores, ha desarrollado proyectos en relación con las cuatro áreas estratégicas del SINAREFI. Entre los resultados de impacto se cuentan: la recolección planificada de semillas de verdolaga en diferentes estados del país; la verificación del contenido de ácidos grasos precursores de omega 3 y omega 6 en poblaciones nativas de verdolaga; la caracterización morfológica y cariotípica-ADN de semillas de cinco morfotipos de verdolaga; el registro de cinco variedades de verdolaga; la elaboración de materiales de fácil lectura; la formulación de platillos de fácil preparación y de productos con potencial de mercado; la presentación en eventos académicos, ferias y exposiciones de los resultados obtenidos; demostraciones gastronómicas; y asistencia a programas de radio. Estas acciones han impactado en cierto número de consumidores, lo que ha impulsado el uso de la verdolaga y de esta manera su conservación; sin embargo, aún falta mucho por avanzar. La participación de los productores en esta red permite proponer nuevas líneas de investigación, por ejemplo, realizar colectas dirigidas y estudios etnobotánicos que promuevan la aceptación y el consumo de nuevas formas de preparación de este recurso fitogenético, lo cual tendrá beneficios para los productores.

Introducción

La verdolaga comestible es una planta arvense cosmopolita que posee una respuesta favorable a su cultivo y presenta características idóneas que pueden ser utilizadas en programas de mejoramiento genético. Entre estas características destacan: rápido desarrollo, alto rendimiento, tolerancia a hábitats perturbados por salinidad y plasticidad genética para responder a los cambios ambientales. Además, se han realizado esfuerzos en la promoción del uso comestible de la verdolaga, mediante la elaboración de platillos sencillos y de propuestas relacionadas con la creación de nuevos productos. Es factible tener en cuenta sus características de arvense para potencializar otros usos de esta planta, ya que constituye un cultivo local y tradicional cuya producción se ha mantenido con escasos insumos externos, en sistemas productivos de pequeños agricultores, lo que facilita su adaptabilidad para la producción orgánica y contribuye a la estabilidad de ecosistemas frágiles, como lo es la recuperación y abono del suelo o simplemente para ofrecer protección contra deslaves (Mera *et al.*, 2011). Durante el ejercicio 2011, además de la colecta de semillas, se trabajó con formas arvenses de la verdolaga para conseguir la recuperación de suelos degradados y la elaboración de productos con potencial de mercado. Los objetivos fueron: elaborar un documento acerca de las características organolépticas de la verdolaga, acorde a las preferencias de los consumidores; continuar con la caracterización del recurso fitogenético mediante el desarrollo de nuevos productos comercializables que contengan información nutricional; fomentar el desarrollo de especies subutilizadas, a través de la elaboración de un estudio de mercado que apoye el incremento de terreno destinado a la producción de verdolaga; y elaborar materiales de divulgación acerca de la verdolaga comestible.

Materiales y métodos

Trabajo de campo

Con el fin de cumplir con las 20 accesiones comprometidas se realizaron recorridos etnobotánicos en los estados de Estado de México, Guerrero, Morelos, Puebla y Tlaxcala. En esta ocasión el criterio de colecta utilizado fue la obtención de poblaciones

arvenses. Durante las visitas se colectó material al interior de parcelas activas de cultivo y en descanso. Se colectaron aproximadamente 15 kg de verdolaga en etapa de fructificación, los cuales se transportaron al laboratorio para introducirlos en cajas, de tal modo que se conseguirá el secado del material vegetal y el desprendimiento de las semillas del fruto de la planta. Una vez secado el material se procedió al tamizado y a la limpieza del mismo para obtener aproximadamente 250 g de semilla limpia (Figura 1).



Figura 1. Procesamiento de material en fresco para obtención de semillas

Trabajo de invernadero y de gabinete

Se llevaron a cabo dos experimentos en invernadero para evaluar el uso sustentable de la verdolaga como cubierta vegetal en zonas erosionadas. Durante los primeros meses del año, en espera de que no se presentaran heladas que afectaran el establecimiento de las plántulas en el invernadero, se realizó la revisión de información sobre la interacción vástago-raíz y acerca de la ecología de las raíces. Posteriormente, y de acuerdo a la información obtenida el año pasado, se seleccionaron dos morfotipos de verdolaga: americana y Chapingo. Se dio inicio al trabajo mediante el establecimiento experimental del material vegetal con tres densidades de siembra y seis muestreos destructivos. El experimento se mantuvo bajo invernadero a una temperatura promedio de 25 °C. El riego se realizó cada tercer día.

Trabajo en laboratorio

La elaboración del producto con potencial de mercado se realizó en el Laboratorio de Dietética y Tecnología de Alimentos y en el Laboratorio de Usos Múltiples y de Repostería de Gastronomía, en la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos, de la UNICACH. Se realizaron tres tipos de formulaciones para seleccionar aquella con la cual se obtuvo un mejor producto con las cualidades sensoriales deseadas. A través de métodos afectivos se efectuaron las pruebas sensoriales de los productos elaborados con un panel de participantes no entrenados. Participaron 40 niños de 10 a 11 años de edad de la primaria Justo Sierra, ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Se evaluó el nivel de agrado por atributos mediante una escala hedónica estructurada de tres puntos, entre las que cada panelista eligió entre las opciones: me gusta, me gusta poco y no me gusta.

Resultados y discusión

Validación de recursos genéticos de verdolaga en la zona centro-sur de México

Se obtuvieron 20 accesiones de semillas de verdolaga provenientes de diferentes tipos de sistemas agrícolas: milpas activas y terrenos en descanso (*tlacolol*); huertos familiares; cultivos de hortalizas; e invernaderos de producción ornamental (Figura 2).



Figura 2. Colecta al interior de una milpa en Tenango de Rodríguez, Puebla, de plantas de verdolaga fructificadas

Producto con potencial de mercado

Debido a que el producto fue dirigido a la población infantil, se trabajaron propuestas que fueran atractivas para los niños y con las cuales ellos se identificaran, por ejemplo los dulces, los cuales siempre les resultan interesantes. Se eligieron las golosinas de goma arábica conocidas como *gomitas*. Una vez elaboradas las gomitas se les dieron a probar a 40 niños de 10 a 11 años de edad, de la primaria Justo Sierra, situada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Mediante una prueba sensorial se evaluó el nivel de agrado de los siguientes atributos: apariencia, olor y sabor. En la Figura 3 se presenta una gráfica que muestra los resultados obtenidos en cuanto a la aceptación de las gomitas de verdolaga.

Porcentaje de aceptación de gomitas de verdolaga

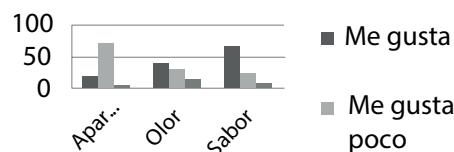


Figura 3. Gráfica de aceptación de gomitas de verdolaga

Con la finalidad de ofrecer mayor información a los niños que participaron en dicha evaluación, se impartieron cinco pláticas sobre los beneficios de consumir verdolagas y se realizó un taller sobre preparaciones y cultivo de verdolaga. Cada niño se llevó una maceta con verdolaga.

Uso sustentable de la verdolaga como cubierta vegetal en zonas erosionadas

Al comparar los patrones de crecimiento de los dos morfotipos estudiados, americana y Chapingo, podemos observar claramente que el morfotipo americana presentó mayor área foliar, con una clara expansión foliar y mayor longitud en el tallo en comparación con el morfotipo Chapingo. Tales diferencias

sugieren dos tipos de respuestas morfo-funcionales al ambiente o diseños. El concepto diseños se define como «el conjunto de características anatómicas, morfológicas y fisiológicas asociadas con características ecológicas relevantes para el crecimiento y reproducción de las especies en el medio en que habitan» (Álvarez, 2000). Por otra parte el morfotipo americana presentó una mayor biomasa en el sistema radical, después en sistema foliar y finalmente en el tallo, lo que nos muestra un rápido crecimiento ya que hay una gran inversión de recursos para formar este sistema radical y con ello lograr la obtención de más recursos a partir del suelo. El comportamiento del morfotipo Chapingo muestra una mayor biomasa en el sistema foliar, en el tallo y por último en el sistema radical; por lo que la obtención de recursos del suelo es más limitada y por lo tanto su biomasa total de planta es menor que la del morfotipo americana. Los índices de peso seco explican el comportamiento del morfotipo americana, en donde el 50 % de la biomasa de la planta es raíz y el otro 50 % es vástago. Si comparamos estos resultados con los obtenidos por Zimmerman (1976) los resultados son similares para una intensidad de luz alta. Lo que el autor sugiere es que esta especie presenta mejores datos de crecimiento en áreas soleadas completamente expuestas. El comportamiento del morfotipo americana en cuanto a la distribución de biomasa nos indica una flexibilidad en la distribución de los fotosintatos en respuesta a una alta intensidad de luz, característica que presentan las malezas (Figura 4).

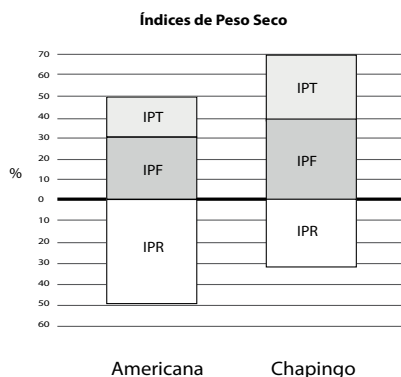


Figura 4. Valores entre el Índice del peso seco foliar (IPF, g g^{-1}), índice del peso seco del tallo (IPT, g g^{-1}), e índice del peso seco de la raíz (IPR, g g^{-1}) para los dos morfotipos de verdolaga

Fomento a la sensibilización

Los integrantes de la Red Verdolaga participaron en cinco actividades demostrativas de divulgación de los resultados obtenidos, entre las que destaca la realizada en Xochitla, Parque Ecológico (Figura 5), ubicado en Tepetzotlán, Estado de México, y en donde se celebró el décimo aniversario de la creación del SINAREFI.



Figura. 5 Participación de la Red Verdolaga en la 1er Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos.

Productos entregables e indicadores de impacto

- 20 accesiones con la base de datos pasaporte correspondiente. Transferencia de duplicados al centro de conservación del SINAREFI.
- Un producto con potencial de mercado, con la lista del grupo de niños en edad escolar como grupo piloto.
- Un documento que describe el comportamiento en la asignación de biomasa de dos morfotipos de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y su posible utilización como cubierta vegetal.
- Un plan estratégico, resultado de la reunión de la red.

Conclusiones

Los resultados comentados respaldan a la verdolaga comestible como una especie promisoría para la obtención de alimentos de fácil aceptación y de bajo consumo energético en su producción. Así mismo es útil como elemento innovador en el apoyo a la recuperación de la estabilidad de los ecosistemas frágiles, al igual que en la actividad de conservación del suelo; aunque pocas veces es considerada en los

programas de conservación, por lo que los esfuerzos por impulsar su uso y su consumo son viables.

Agradecimientos

A las siguientes personas por su valiosa colaboración: maestra en ciencias Fabiola Rico Guevara, licenciado Wayne Sol González, señor Raúl Valdez García, bióloga Lintzy Vaylon, licenciada Gabriela Martínez, licenciada Emilia D'Gyves, señorita Karina García Bustamante y al personal de la Secretaría Administrativa del Instituto de Biología de la UNAM.

Bibliografía

- Mera O, L. M., R. A. Bye B., D. Castro L. y C. Villanueva V. 2011. Documento diagnóstico de *Portulaca oleracea* L. Universidad Autónoma Chapingo. 42 p.
- Rincón, E., P. Huante, M. Álvarez A. 2000. Análisis de crecimiento de tres especies de *Caesalpinia* (Leguminosae) de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco. Boletín de la Sociedad Botánica de México 66: 5 –13.
- Zimmerman C, A. 1976. Growth characteristics of weediness in *Portulaca oleracea* L. Ecology 57: 964-974.

Evaluación, manejo y acciones que promuevan la conservación de yuca

Aquiles Carballo Carballo¹, Roberto Noguez Hernández², Vicente Mendoza de Jesús³ y José Luis Zárate Castrejón⁴.

¹INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Correo electrónico: meneses.isaac@inifap.gob.mx. ²INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Correo electrónico: vasquez.andres@inifap.gob.mx. ³INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Correo electrónico: becerra.enrique@inifap.gob.mx. ⁴INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. Correo electrónico: rosas.xochitl@inifap.gob.mx. ⁵INIFAP Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo. Correo electrónico: rodriguez.mario@inifap.gob.mx.

Resumen

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es un tubérculo con gran potencial productivo en el trópico mexicano ya que se aprovecha como alimento para el consumo humano, al ser utilizado como ingrediente en diversos platillos regionales, o en razón del almidón de excelente calidad contenido en su raíz, el cual puede emplearse en la formulación de alimentos balanceados para consumo animal o en la industria de la transformación de almidones. La Red Yuca del SINAREFI es un grupo interdisciplinario que fue creado en el año 2008 para efectuar el estudio y la conservación de dicho recurso. A continuación se mencionan los objetivos específicos del proyecto para el caso concreto del ejercicio fiscal 2011: mantenimiento de genotipos de yuca disponibles en el BGY del Campo Experimental Huimanguillo, en Huimanguillo, Tabasco; colecta de nuevas accesiones de yuca en el estado de Veracruz, las cuales complementen a las ya existentes en el BGY; caracterización de las accesiones de yuca colectadas en el estado de Veracruz; e integración de la propuesta de trabajo a corto, mediano y largo plazo de la Red Yuca.

Introducción

Las plantas del género *Manihot* sp, pertenecen a la familia de las Euforbiáceas, entre ella se encuentran plantas de porte muy diferentes, encontrándose desde árboles y arbustos hasta hierbas. En esta familia se encuentran plantas del género *Hevea* productoras de látex, del género *Manihot*, las cuales son importantes debido a la producción de raíces comestibles como la yuca; además de otros géneros que se utilizan como ornamentales y medicinales.

Hay una gran cantidad de raíces y tubérculos, sin embargo, las especies de mayor potencial e importancia económica son el camote, la yuca, la malanga, el macal y el ñame. Los productos derivados de estas especies presentan una innumerable demanda para el mercado nacional e internacional, lo cual aumenta su rentabilidad.

El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*) tiene un alto potencial e importancia en el trópico mexicano ya que se aprovecha como alimento para el consumo humano al ser utilizado como ingrediente principal en diversos platillos regionales debido a que es una fuente muy importante de carbohidratos; para el ganado en la formulación de alimentos balanceados y el follaje como forraje, así como en la industria de la transformación de almidones por la excelente calidad contenida en su raíz (Anónimo, 2009).

Una característica importante de este cultivo es que se adapta perfectamente a suelos de bajo potencial fértil y productivo, lo cual posibilita su desarrollo en suelos de extrema acidez. El potencial de rendimiento del cultivo es de 20 t ha⁻¹; aunque el rendimiento promedio normal entre los productores es de

10 t ha⁻¹. El máximo potencial se logra con genotipos adaptados a las condiciones prevalecientes en la zona donde se cultivan y con un manejo agronómico adecuado de los suelos con vocación para este cultivo.

Materiales y métodos

Manejo y reproducción de colecciones de germoplasma

En el BGY del Campo Experimental Huimanguillo, se encuentra la mayor cantidad de accesiones establecidas, las cuales datan desde el año 1977. En este banco de germoplasma se han realizado actividades enfocadas a todos los aspectos del cultivo: colectas, manejo agronómico cultivo, mecanización, mejoramiento genético y transferencia de tecnología. Actualmente se desconoce cuál es la cantidad de accesiones y de material vegetal disponibles para fines de evaluación agronómica o de intercambio.

Debido a lo anteriormente mencionado, se realizó el diagnóstico de las accesiones disponibles durante tres reuniones de trabajo realizadas entre los integrantes del proyecto y el responsable del BGY, dicha labor se complementó con los recorridos de campo. Posteriormente se procedió a la caracterización de las accesiones con base en lo publicado por Fukuda *et al.* (2010), quienes definen 50 características que deberán evaluarse en cada accesión. Ya que la fecha de establecimiento de las accesiones es mayor a tres años, se evitó caracterizar a aquellas que estuvieran relacionadas con la raíz (forma, número, color, etcétera), debido a que no era la fecha adecuada para su determinación.

El manejo agronómico se realizó de acuerdo con las recomendaciones del INIFAP (Sánchez *et al.*, 1999). Así mismo, se llevó a cabo un ensayo en relación con la posición de la estaca y su efecto en el rendimiento de la raíz de yuca. La siembra se efectuó el 6 de junio del 2012 y luego se evaluaron tres tratamientos: T1 = horizontal, T2 = inclinada y T3 = vertical, con el diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. El genotipo utilizado fue MMEXV3, el cual fue colectado durante el año 2009 y fue sobresaliente en la evaluación agronómica preliminar de genotipos llevada a cabo desde julio del 2011 hasta abril del 2012.

La parcela experimental estuvo constituida por cinco surcos de 5 m de largo, con distancia entre surcos de 1 m y entre plantas de 1 m también, lo cual permitió el total de 30 plantas por tratamiento, por repetición. Las variables evaluadas fueron altura de la planta (m), diámetro del tallo (mm), peso de la raíz por planta (kg), contenido de almidón, cantidad de materia seca y rendimiento total por hectárea (t ha⁻¹). El muestreo de las primeras dos variables inició 100 días después de la siembra, a intervalos de 15 días. A la fecha se han realizado seis muestreos. En relación con el establecimiento de la réplica del BGY, los materiales fueron llevados al Campo Experimental Cotaxtla a medida que se avanzó con la identificación y la caracterización. La parcela experimental de cada accesión se integró con cinco surcos de 4 m de longitud y distancia entre surcos y entre plantas de 1 m, lo cual permitió el establecimiento de 20 plantas por accesión.

Validación de recursos genéticos de yuca en el estado de Veracruz

El proyecto sobre el diagnóstico y la distribución de la diversidad del cultivo de yuca permitió concluir que la mayor diversidad genética de este cultivo se encuentra en la franja costera del golfo de México, razón por la cual se colectaron nuevas accesiones en la zona norte y en la zona centro del estado de Veracruz, dado que es ahí donde se ubican las áreas productoras de dicho cultivo. En el caso de todos los materiales colectados, con el apoyo de un GPS se registraron los datos de localización, altitud y lugar de colecta y se asentaron en una base de datos. El periodo de colecta se realizó en función de la disponibilidad de estacas; aunque en la mayoría de las regiones este cultivo crece en traspatio o en superficies pequeñas, por lo que fue posible colectar estacas durante todo el año; sin embargo, en la región de Los Tuxtlas, donde su cultivo es más generalizado, fue necesario esperar hasta el final del ciclo de cultivo, el cual es de octubre a noviembre, para poder colectar material, por lo que en esa región se lograron pocas colectas. Actualmente, durante el ciclo de cultivo, el cual es no menor a un año, se está llevando a cabo la caracterización de los materiales colectados de acuerdo con la metodología propuesta por Fukuda y Guevara (1998) y por Fukuda *et al.* (2010).

Acciones para promover a la Red Yuca

A través de la interacción con otros investigadores involucrados con el cultivo de la yuca, se ha integrado la Red Yuca, la cual es una más de las redes que conforman al SINAREFI. Posteriormente se realizaron reuniones para definir las actividades relacionadas con la investigación que habría de desarrollar la red, así como definir el plan de trabajo a corto, mediano y largo plazo. A la Red Yuca se sumaron personas que laboran en diferentes instituciones de enseñanza e investigación al igual que productores interesados.

Resultados y discusión

Manejo y reproducción de colecciones de germoplasma

Antes de iniciar con el diagnóstico de los materiales presentes en el BGY, se creía que estaban disponibles 45 materiales; sin embargo, a medida que se hicieron los recorridos de campo y se cuantificaron la cantidad de plantas por accesión se determinó que solo había 28 accesiones. El diagnóstico sobre la situación actual del material disponible en el BGY se reflejó en los datos presentados, ya que por diferentes causas, como inundaciones, huracanes, etcétera, se redujo la diversidad de materiales disponibles para su aprovechamiento.

Caracterización de materiales

Se caracterizaron las 28 accesiones identificadas y se emplearon las nuevas claves asignadas a cada una de ellas para poder mantener un seguimiento. De esta manera fue posible encontrar una gran variabilidad en cuanto al color del foliolo, la forma del lóbulo, el tamaño de hoja, los niveles de ramificación, la forma de la planta y la forma del lóbulo, entre otras características.

Después de los seis muestreos relacionados con el diámetro del tallo y la altura de la planta se encontró que las estacas colocadas en posición inclinada favorecen una mejor expresión de ambas variables; aunque es importante resaltar que este efecto es más claro cuando se observa la tendencia de la altura de la planta a través de las distintas etapas de evaluación. Las estacas en posición vertical siempre presentaron

una expresión intermedia entre los tres tratamientos evaluados; caso contrario el de las estacas en posición horizontal el cual siempre se expresó como el tratamiento con la menor altura de planta y su tendencia fue más variable cuando se observó en cuanto al criterio del diámetro del tallo (Figuras 1 y 2).

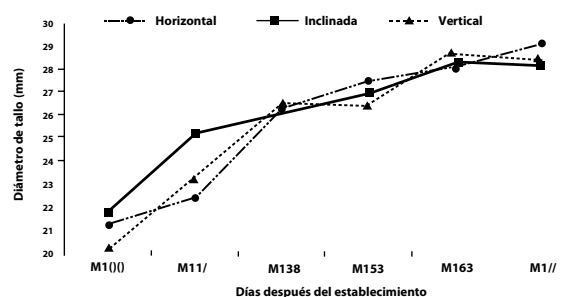


Figura 1. Tendencia del desarrollo de yuca MMEXV3 en el municipio de Cotaxtla, Veracruz.

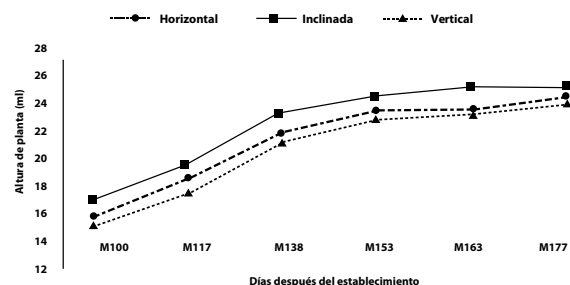


Figura 2. Tendencia del crecimiento de yuca MMEXV3 en el municipio de Cotaxtla, Veracruz.

El diseño en campo para establecer la réplica del banco de germoplasma de cada accesión consistió en una parcela de cuatro surcos de 5 m de longitud con distanciamientos entre surcos y entre plantas de 1 m, lo que permitió establecer 20 plantas. Actualmente se han establecido 13 accesiones bajo las condiciones descritas previamente y la edad de las plantas es de dos meses.

Validación de recursos genéticos de yuca en el estado de Veracruz

En los recorridos de campo realizados para llevar a cabo las colectas de yuca se abarcaron 17 municipios del estado de Veracruz, en los cuales, con base en información bibliográfica, es en donde existe la

mayor diversidad genética de dicho recurso o al menos son los sitios de los cuales se tenía el reporte de las colecciones de herbario realizadas en años anteriores. Se colectaron 40 accesiones las cuales corresponden a las comprometidas en el proyecto, por lo que en este caso el producto final se entrega en su totalidad. En la Figura 3 se aprecian las condiciones en las que algunos productores tienen al cultivo.



Figura 3. Aspecto de las condiciones de los sitios en donde se colectó yuca

Las colectas se efectuaron en diferentes fechas, por lo que estas se establecieron en el lote asignado de acuerdo al ritmo que fueron traídas del campo, esto con la finalidad de formar el BGY en el Campo Experimental Cotaxtla. Al momento todas las accesiones ya están establecidas en campo. La primera fecha que debe considerarse es la del 6 de junio del 2012 y la última el 16 de noviembre del año actual, por lo que existen diferencias en cuanto a altura de la planta (Figura 4).

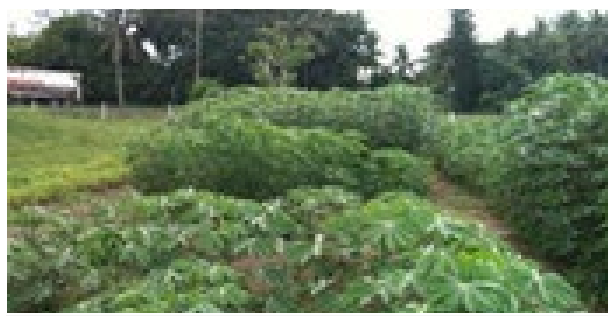


Figura 4. Efecto de diferentes fechas de establecimiento de las accesiones

Acciones para fomentar a la Red Yuca

Se llevaron a cabo tres reuniones de trabajo: dos en Huimanguillo, Tabasco (Figura 5), en la sede del Campo Experimental Huimanguillo, del INIFAP, y

otra en el municipio de Boca del Río, Veracruz, con la finalidad de constituir a la Red Yuca y de atender los objetivos del SINAREFI en relación al desarrollo de redes de conservación de los recursos fitogenéticos y la conformación de grupos interdisciplinarios e interinstitucionales.



Figura 5. Reunión de trabajo de participantes en el Campo Experimental Huimanguillo del INIFAP

Como resultado de las reuniones fue posible definir el programa de trabajo de la red a corto, mediano y largo plazo. Cada año se hará la actualización correspondiente de dicho plan de trabajo así como la promoción necesaria para incorporar a nuevos integrantes a la red con la intención de unificar criterios para el diseño y el establecimiento de las accesiones en campo. Actualmente las instituciones participantes reconocidas de manera oficial por el SINAREFI son: el CBTA Núm. 36, ubicado en Ciudad Hidalgo, Chiapas, el INIFAP, la UNACH y la UPCH.

Productos entregados e indicadores de impacto

28 materiales identificados disponibles en el BGY para su reproducción o multiplicación con fines de evaluación agronómica.

13 accesiones replicadas en el Campo Experimental Cotaxtla, del INIFAP.

40 accesiones colectadas en 17 municipios del estado de Veracruz, con sus respectivos datos pasaporte.

3 reuniones de seguimiento de las actividades de la Red Yuca y actualización del plan estratégico de la misma.

Conclusiones

El mantenimiento del banco de germoplasma ha permitido la conservación de la fuente de variabilidad genética disponible para los programas de mejoramiento genético. El diagnóstico permitió identificar sólo 28 accesiones que se encuentran en el BGY del Campo Experimental Huimanguillo, ubicado en Tabasco.

Las nuevas accesiones colectadas permitieron conocer parte de la diversidad existente en el estado de Veracruz, así como los niveles altitudinales donde es factible el desarrollo del cultivo y su futuro aprovechamiento para diferentes propósitos.

A través de las reuniones de trabajo se logró el consenso de un diseño idéntico para el establecimiento en campo, tanto de los materiales para réplica como de los materiales para renovación que se encuentran resguardados en el BGY del Campo Experimental Huimanguillo.

Se integró el plan de trabajo a corto, mediano y largo plazo de la Red Yuca del SINAREFI.

Bibliografía

- Anónimo. 2009. Aspectos tecnológicos sobre la producción de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Gobierno del estado de Veracruz. Xalapa, Veracruz 29 p.
- Fukuda W. M. G. e C. L. Guevara 1998. Descriptores morfológicos e agronómicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). EMBRAPA-CNPMF. Brasil. 39 p.
- Fukuda W. M. G., C. L. Guevara, R. Kawuki and M. E. Ferguson 2010. Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Nigeria. 19 p.
- Gómez, G., J. Santos y M. Valdivieso 1982. Utilización de raíces y productos de yuca en alimentación animal. In: Investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 539-562 pp.
- Holguín M. F., L. González, V. W., E. D. Sánchez, R. A. Méndez y L. A. Urías 1982. La producción de yuca y su potencial en el trópico húmedo de México. Folleto para productores núm. 1. SARH-INIA-CIAGOC-CAEHUI. México.
- Legorreta P. F. de J. 1983. Efecto de la fertilización (N-P-K) y densidad de población sobre el rendimiento forraje fresco de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la sabana de Huimanguillo, Tabasco. Tesis de Licenciatura UNAM. Cuautitlán Izcalli. Estado de México 63 p.
- Moore, C. P. 1976. El uso de forraje de yuca en la alimentación de rumiantes. In: Curso sobre producción de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia 95- 107 pp.
- Roger D. J. and S. Appan 1972. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) the plant world production and its importance in world food supply. A literature review and research recommendation on cassava. University of Georgia 1-14 pp.
- Sánchez E., D. 1999. Manual para producir follaje de yuca *Manihot esculenta* Crantz, en Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Golfo Centro, Campo Experimental Huimanguillo, 1999. México 95 p.

Ornamentales

Evaluación, manejo y aprovechamiento sustentable del género *Echeveria*

Jerónimo Reyes Santiago¹, Pablo Carrillo Reyes², Francisco Vergara Silva³, Lilian López Chávez⁴, Omar González Zorzano⁵, Alfonso Herrera Guadarrama⁶, Margarita García López⁷, Julia Etter⁸, Martin Kristen⁹, Rocío Reyer¹⁰, Ángeles Islas Luna¹¹, Luis Emilio de la Cruz¹², Mauricio Ávila Serratos y Christian Brachet¹³.

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Área de colecciones de cactáceas y suculentas. Correo electrónico: jreyes@ibunam2.ibiologia.unam.mx. ²Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío. ³Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Área de colecciones de cactáceas y suculentas. ⁴Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: lilianch@yahoo.com. ⁵Sociedad Mexicana de Cactología A. C. Correo electrónico: ozorzano@prodigy.net.mx. ⁶Laboratorio Vitroalma. Correo electrónico: vitroalma@yahoo.com.mx. ⁷Laboratorio Vitroalma. Correo electrónico: tecualoyanplantasnativas@hotmail.com.mx. ⁸Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Área de colecciones de cactáceas y suculentas. ⁹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Área de colecciones de cactáceas y suculentas. ¹⁰Universidad Nacional Autónoma de México. FES Iztacala. Unidad de Morfofisiología. Laboratorio de cultivo de tejidos vegetales. ¹¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Área de colecciones de cactáceas y suculentas. ¹²Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. ¹³Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Área de colecciones de cactáceas y suculentas.

Resumen

La Red *Echeveria* cubrió ocho aspectos básicos de las 20 líneas incluidas en el plan de acción que estableció el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), el cual nos ayudó a actualizar, incrementar y fortalecer el conocimiento sobre el género *Echeveria* para lograr su conservación y su adecuado aprovechamiento. A continuación se mencionan algunas de las líneas desarrolladas y el trabajo que se ha llevado a cabo en cada una de ellas: inventario, se refiere a las exploraciones que se realizaron en los diversos estados del país con la finalidad de georreferenciar a las especies conocidas y de encontrar nuevas localidades y nuevas especies del género *Echeveria*; mantenimiento de la colección, consistió en empezar la duplicación de la colección del género *Echeveria* para enviarla al banco de germoplasma del SINAREFI; regeneración, consistió en incrementar la propagación de diversas especies comercialmente atractivas del género *Echeveria*, para generar un protocolo y un catálogo de cultivo y de propagación de las especies de mayor demanda en el mercado nacional e internacional; recolección, a partir de las exploraciones se obtuvieron semillas del campo con la finalidad de ingresarlas con sus respectivos datos pasaporte al banco de germoplasma designado por el SINAREFI; ampliar actividades de conservación, se dotó de plantas vivas del género *Echeveria* en calidad de donación a tres jardines botánicos ubicados en las entidades federativas con mayor riqueza de especies, para efectuar la divulgación sobre su importancia biológica, económica y cultural y de este modo promover su propagación, así como su conservación; desarrollo de especies subutilizadas, se realizó un *dummy* de un tríptico con la información necesaria para conformar un protocolo de cultivo y de propagación a escala comercial de las especies subutilizadas; fortalecimiento de la Red *Echeveria*, se reunieron miembros de la red para actualizar el plan estratégico necesario para lograr la conservación y el aprovechamiento del género *Echeveria*; y enseñanza y participación, se trabajó con los productores de plantas de la localidad de Tenango de las Flores, Puebla, en donde se ha detectado el mayor tráfico y extracción de plantas silvestres, de igual manera se colaboró con productores de la localidad de Xochimilco, en el Distrito Federal.

Introducción

Echeveria es un género perteneciente a la familia *Crassulaceae*, el cual agrupa aproximadamente a 127 especies, de las cuales el 83 % son originarias de México. Las especies de este género son usadas principalmente como plantas de ornato, las cuales están siendo extraídas de su hábitat natural con la finalidad de surtir la demanda, tanto en el mercado nacional como en el internacional. La extracción excesiva de individuos ha ocasionado la desaparición completa de poblaciones y la casi extinción de algunas especies. Esta actividad de extracción es frecuente debido a que representa facilidad y rapidez al momento de obtener ejemplares adultos, además de las deficiencias relacionadas con la aplicación de las leyes por parte de las autoridades locales y federales. Aunado a esta problemática están las actividades humanas tales como la agricultura, la ganadería, la construcción de vías de comunicación, los asentamientos humanos y la sobrecolecta en épocas navideñas de varias especies. Todo esto ha afectado progresivamente a las poblaciones silvestres de diversas especies del género *Echeveria*, al grado de ponerlas en riesgo de extinción.

Dada la situación que presenta el género *Echeveria*, resultó prioritaria la realización de un plan estratégico que considerara conocimientos relacionados con la conservación in situ y la conservación ex situ para obtener un provecho sustentable, tanto en los lugares rurales como urbanos, en materia ambiental, ecológica, fisiológica, medicinal, ornamental y comercial, de una manera amigable con el ambiente. Así mismo, el plan incluye diversas actividades de difusión, tales como la realización de entrevistas en radio, publicación de artículos en periódicos, elaboración de trípticos y presentación de cursos y exposiciones dirigidas al público en general para dar a conocer las actividades que se están realizando en la Red *Echeveria*.

A manera de antecedente, se menciona que el maestro Jerónimo Reyes se ha hecho cargo de la coordinación de La Red *Echeveria* desde marzo del año 2010. Una de las primeras acciones que promovió fue la conformación de la red, para lo cual convocó a todas aquellas personas que estuvieran

involucradas con el género *Echeveria* para que de este modo se pudiera enriquecer el conocimiento de dicho género y de esta manera poder tener un panorama más amplio sobre el tema, desde el punto de vista taxonómico, fitogeográfico, fisiológico, ecológico, comercial y cultural, para elaborar el perfil del diagnóstico del género *Echeveria*, bajo el título: *Estudio preliminar del género Echeveria de México: perfil diagnóstico*.

Durante el ejercicio fiscal 2010, la Red *Echeveria* se comprometió a desarrollar siete actividades dentro del cuatro líneas de acción, siendo estas: mejoramiento participativo, regeneración, recolección, caracterización, fortalecimiento de la red, enseñanza y capacitación y sensibilización de la opinión pública.

Materiales y métodos

Metodología para el inventario

Se realizaron exploraciones por caminos previamente recorridos y por otros senderos desconocidos. Los puntos explorados se registraron con coordenadas geográficas mediante el uso de un GPS.

Las especies localizadas fueron registradas con datos de campo. La información de la colecta se ingresó en la base de datos de la colección del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como en la base de datos del SINAREFI o de los bancos de germoplasma designados.

Metodología para llevar a cabo el mantenimiento de la colección

Antes de la entrega de las plantas al banco de germoplasma designado por el SINAREFI, se realizaron propagaciones sexuales o asexuales con cuatro o seis meses de anticipación, de acuerdo a la especie.

A cada maceta se le colocó una etiqueta con el número de colecta y el nombre de la especie. Así mismo, a cada maceta se agregó un rótulo con el número de colecta, esto para evitar una posible confusión en caso de que la etiqueta fuera removida.

La información acerca de las plantas, como los datos pasaporte, fueron capturados en la base de datos del SINAREFI. Para efectuar el cuidado y el mantenimiento de las plantas, se realizaron las fichas descriptivas de cada especie. Finalmente se enviaron al centro de conservación designado por el SINAREFI, dos ejemplares vivos por cada especie.

Metodología para realizar la actividad de regeneración:

Se seleccionaron las semillas de aquellas especies del género de *Echeveria* que actualmente tienen mayor demanda en el mercado, tanto nacional como internacional, dándole prioridad a aquellas especies que están incluidas en alguna categoría de riesgo. Se procedió a posibilitar el proceso de germinación de las semillas con un sustrato adecuado colocado en macetas de plástico o en charolas. Los recipientes se etiquetaron con los datos correspondientes.

Después de que la planta germine, cuatro meses se procederá a efectuar el trasplantarse en charolas, en donde permanecerán de tres a seis meses. Una vez que la planta haya alcanzado su talla comercial se procederá a realizar el trasplante final en macetas de una pulgada y media de tamaño. La información que se genere a partir de los procesos anteriores, se recopilará y se organizará para conformar un protocolo de cultivo y de propagación de cada una de las 20 especies. Dicho protocolo será complementado con un registro fotográfico de dichos procesos.

Metodología para efectuar la recolección

Las semillas, frutos o infrutescencias obtenidas en campo o en invernadero fueron colectadas en bolsas de papel de estraza. Las semillas depuradas fueron introducidas en bolsas debidamente etiquetadas. Una parte de las semillas obtenidas se depositaron en frascos de vidrio, los cuales también estaban debidamente etiquetados. Tales frascos se acompañaron de sus datos pasaporte para que a futuro puedan ser enviados al banco de germoplasma que indique el SINAREFI. Todos los datos de colecta fueron almacenados en una base de datos electrónica.

Metodología para lograr la ampliación de las actividades de conservación: dotación de plantas a tres jardines botánicos regionales

Se hizo una lista de especies del género *Echeveria* del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, Oaxaca, otra del Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla y una más del Jardín Botánico de Cubitos, en Pachuca, Hidalgo.

En el Jardín Botánico de la UNAM, se propagaron las especies seleccionadas de cada jardín botánico regional. Se le dio prioridad a las especies más raras o las que están clasificadas dentro de alguna de las categorías de riesgo, o bien, a las más significativas de cada una de las entidades federativas representadas por cada jardín botánico.

Una vez que las plantas alcancen un tamaño con el que puedan ser trasplantadas sin ningún riesgo, estas serán trasladadas por el coordinador de la red para asegurar su recepción y su correcta ubicación. Dicho traslado se realizará con una ficha descriptiva indicar su cuidado y mantenimiento.

Metodología para el Desarrollo de especies subutilizadas

Se seleccionaron diez especies del género *Echeveria*, las cuales son atractivas por sus flores que poseen potencial dentro de la floricultura.

Se probaron diferentes métodos de propagación para conocer cual es el que permitirá una multiplicación más eficiente.

Se documentaron los eventos ocurridos durante los procesos, además de que se efectuó un registro fotográfico para conformar un protocolo de propagación y de cultivo de cada una de las especies subutilizadas.

Metodología para lograr el fortalecimiento de la Red *Echeveria*

Mediante correos electrónicos se convocó a los miembros de la red para efectuar una reunión en

una fecha acordada y en un sitio al cual pudieran asistir la mayoría de los miembros.

La reunión se llevó a cabo en el Museo Nacional de Antropología. En dicha reunión se elaboró una lista de asistencia y una minuta de los acuerdos.

Enseñanza y participación

Se convocó a una reunión con los productores para acordar la presentación de un curso sobre el cultivo y la propagación del género *Echeveria*.

En Tenango de las Flores, Puebla se trabajó con el mayor número posible de productores y de comercializadores de plantas. En el caso de los viveristas de Xochimilco, Distrito Federal, se acudió con los dirigentes de las organizaciones que agrupan a los productores de plantas de ornato para conocer sus intereses y acordar fechas y sitios donde se pudieran impartir los cursos.

Se impartió un curso acerca del cultivo y la propagación de especies del género *Echeveria* y se entregó un manual de ilustrado a los viveristas de Tenango de las Flores, Puebla. Del mismo modo se impartió otro curso a los productores de Xochimilco. A los viveristas se les dotó de semillas y de plántulas para conformar una colección de plantas madre.

Resultados

Inventario

Para este caso se exploraron 21 estados del país. Solo en tres estados se registraron seis especies sin identificar. Se registraron 40 localidades nuevas en donde se pueden encontrar individuos del género *Echeveria*. Al menos para el caso del estado de Colima se tiene la primera especie georreferenciada, ahora habrá que estudiar dicha especie para saber si es una nueva o no.

Mantenimiento de colección

Se ha duplicado el 86 % de la colección del género *Echeveria*. El 16 % restante no fue posible entregarlo.

Recolección

Se entregaron 333 accesiones de semillas y de ejemplares vivos, 191 de estas accesiones corresponden a *echeverias*, el resto se complementó con accesiones de otras redes.

Ampliar actividades de conservación

Se entregaron 30 especies en total, con sus fichas descriptivas, a los jardines botánicos de Oaxaca, Puebla e Hidalgo, entidades federativas con mayor riqueza de especies del género *Echeveria*.

Desarrollo de especies subutilizadas

Se entregó un plan de manejo de producción para comercialización de 13 especies subutilizadas del género *Echeveria*

Fortalecimiento de la red:

En la reunión realizada con los miembros de la Red *Echeveria*, para llevar a cabo la actualización del plan estratégico para lograr la conservación y el aprovechamiento del género *Echeveria*, se llegaron acuerdos muy importantes e interesantes que van tener un alto impacto en la comercialización y en la producción de plantas del género, así como en la actividad de conservación ex situ, si se logra la regularización de las colecciones privadas de plantas suculentas y la integración de nuevas especies del género *Echeveria* en la NOM-059.

Se entregó el documento del plan estratégico de trabajo proyectado a unos cuatro o seis años para efectuar la conservación y el aprovechamiento del género *Echeveria* en México.

Enseñanza y capacitación

Se entregará una memoria fotográfica de los cursos impartidos a los productores de Tenango de las Flores, Puebla y de Xochimilco, Distrito Federal, así como las Fichas técnicas de los productores y un breve informe.

Discusión

En la ficha técnica 2011, la Red *Echeveria* se involucró un poco más en las áreas de producción y de comercialización de las *echeverias*, sin dejar a un lado las exploraciones y las actividades de conservación *in situ* y de conservación *ex situ*. Estamos convencidos de que la red va por buen camino y de que los resultados hablan por si solos. No necesitan mayor discusión. Lo que si se requiere discutir es lo que se hizo alrededor de las actividades mencionadas en la ficha técnica porque implican también un gran trabajo y esfuerzo como para que no sea mencionados en ningún lado. Aparentemente este año no se realizaron actividades de difusión ni de apoyo a la investigación; pero esto no significa que no se hayan llevado a cabo. La red estuvo presente con la Colección Nacional de Plantas del Género *Echeveria* en diversos eventos organizados por el SINAREFI. Así mismo, se publicó un cuadríptico para repartirlo en los diferentes eventos de difusión que organiza el SINAREFI, en donde la red está siempre presente. También se ofrecieron pláticas y presentaciones en diversos foros para sensibilizar a todo tipo de público, como en el Museo Nacional de Antropología y en las oficinas centrales de la SAGARPA. En la parte que corresponde a la investigación, los avances son mucho más lentos, por lo que no podemos detenernos, aun cuando en la ficha técnica 2011 no se nos aprobaron recursos para ello. Para que los resultados se entreguen en las fechas que exige el SINAREFI, la Red *Echeveria* siempre debe estar un paso adelante, lo cual implica un esfuerzo mayor por que no se cuenta con el recurso necesario para lograrlo. Esperemos que los evaluadores del SINAREFI, que son quienes aprueban los rubros y los recursos, vean los resultados que la red ha obtenido y los avances logrados en cada línea de acción, pues los resultados y el éxito futuro dependerá de lo que se haga en relación a las peticiones y de que estas se aprueben, ya que este trabajo requiere de continuidad y seguimiento. Estamos convencidos de que el recurso que aprueben para el área de investigación será bien aprovechado, al igual que los recursos destinados a otros rubros y a las fichas técnicas 2009 y 2010.

Conclusiones

La Red *Echeveria* cumplió con todo lo comprometido en la ficha técnica 2011. Muchos estos resultados constituirán la base de la ficha técnica 2012.

Bibliografía

- Meyrán, J. y L. López. 2003. Las crasuláceas de México. Sociedad Mexicana de Cactología, A. C. México, D. F. 286 p.
- Reyes, J. y C. Brachet. 2009. *Echeveria mondragoniana*, una especie de la familia *Crassulaceae* para el estado de Oaxaca, México. *Cactáceas y succulentas mexicanas* 3:82-89.
- Walther, E. 1972. *Echeveria*. California Academy of Sciences. San Francisco, California. 426 p.

Atención integral a la problemática de las especies del género *Beaucarnea* (pata de elefante)

Luis Hernández Sandoval¹ María Luisa Osorio Rosales², Héctor Armando Contreras Hernández³, Miguel Ángel Pérez Farrera⁴, María Angela Velázquez Martínez⁵, Mahinda Martínez⁶, Emerit Meléndez López⁷, Silvia Hortensia Salas Morales⁸, José Luis Lucas⁹, Hugo Castillo Gómez¹⁰, Jasón Suárez Domínguez¹¹ y José Antonio López Dearsia¹².

¹Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Correo electrónico: red.pata.elefante@sinarefi.org.mx. ²Instituto de Ecología A. C. Correo electrónico: mara.osorio@inecol.edu.mx. ³Instituto de Ecología A. C. Correo electrónico: armando.contreras@inecol.edu.mx. ⁴Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Escuela de Biología. Correo electrónico: perezfarreram@yahoo.com.mx. ⁵SEMAHN. Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda. Correo electrónico: mavema_74@hotmail.com. ⁶Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: mahinda@uaq.mx. ⁷SEMAHN. Jardín Botánico Dr. Faustino Miranda. Correo electrónico: emeritmelenandezlopez@hotmail.com. ⁸Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca. Correo electrónico: sschibli@hotmail.com. ⁹Servicios Biológicos de Oaxaca A. C. Correo electrónico: jossuis_1@yahoo.com.mx. ¹⁰Universidad Autónoma de Querétaro. Correo electrónico: hbetocg@hotmail.com. ¹¹Instituto de Ecología A. C. Correo electrónico: lock_on_justice@hotmail.com. ¹²Soc. El Naranjo de San Francisco Uninajab S.P.R. de R.I.

Resumen

Resulta necesario atender de manera integral los problemas que presentan las especies del género *Beaucarnea*, específicamente aquellas cuyo nombre común es pata de elefante, en lo que respecta a la homogenización de su conocimiento básico y a la información sobre la conservación, el manejo y la normatividad de este recurso. Lo anterior se llevará a cabo a través del desarrollo de ocho actividades, tres de las cuales se realizarán en el estado de Chiapas, dos en el estado de Veracruz, dos en el estado de Oaxaca y una en el estado de Querétaro. Estas actividades incluyen estudios básicos de especies poco conocidas; la conformación de una colección de plantas vivas en el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, ubicado en el municipio de Xalapa, Veracruz; la caracterización de las poblaciones de *Beaucarnea stricta*; el análisis y la caracterización del crecimiento primario y secundario de *B. gracilis* y *B. plibilis*, el análisis y la caracterización de las cortezas de siete especies: *Beaucarnea compacta*, *B. gracilis*, *B. goldmanii*, *B. gracilis*, *B. inermis*, *B. purpusii*, *B. recurvata* y *B. stricta*, con la intención de colaborar en su identificación; el rescate de ejemplares de *B. goldmanii* en áreas muy perturbadas; la valoración y pruebas de germinación de *B. goldmanii* y *B. stricta*; la organización de productores para la creación y el registro de una unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA); y la búsqueda de estrategias alternas para diversificar mercados.

Introducción

Actualmente la Red Pata de Elefante está formada por más de 10 investigadores, pertenecientes a seis instituciones de educación superior y centros de investigación pertenecientes a la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), así como técnicos e investigadores invitados. Los logros más importantes de la red son: la generación de un plan estratégico;

el desarrollo de proyectos multidisciplinarios y multiinstitucionales; la capacidad de resolver problemas básicos y técnicos; la organización de productores y la incidencia en mercados; y la normatividad y difusión de este género (Hernández *et al.*, 2012).

A partir del plan estratégico, la red genera información para desarrollar y transferir tecnología a las

comunidades campesinas, para propagar, cultivar y conservar las poblaciones naturales en viveros *in situ*, así como producir información sobre la genética y la ecología de las especies que están en peligro de extinción, de tal modo que se puedan conservar (Hernández *et al.*, 2012). El objetivo general de dicho plan fue uniformizar el conocimiento básico sobre la conservación, el manejo y la normatividad de las especies de pata de elefante, así como atender su problemática.

Los objetivos particulares del plan fueron: formar una colección del género *Beaucarnea* en el estado de Veracruz; caracterizar poblaciones de *B. stricta* en el estado de Oaxaca; caracterizar el crecimiento primario y secundario de *B. gracilis* y *B. plianbilis*; analizar y comparar la corteza y el tallo de siete especies con la intención de colaborar en su identificación; rescatar ejemplares en situación de riesgo antropogénico en el estado de Chiapas, a través de la exploración de la diversidad de *B. goldmanii*; evaluar la germinación de *B. goldmanii* y de *B. stricta*; promover la organización de campesinos para cultivar y conservar poblaciones naturales del género *Beaucarnea* mediante la formación de una UMA; y buscar nuevos mercados para evaluar la cadena de valor del género *Beaucarnea*.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo estos objetivos se propuso manejar el sustrato y mover las plantas adultas, así como germinar y establecer en invernadero todas las especies mexicanas. Se muestrearon las poblaciones de acuerdo con la metodología propuesta por Hernández *et al.* (2012) y se realizaron cinco muestreos en San Pedro Totolapam, Oaxaca. Se produjeron semillas de la colección de trabajo, la cual está conformada por los duplicados de accesiones enviadas al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Dicha producción se realizó con 24 plántulas por especie, las que se sembraron en medio MS a una temperatura de 28 °C. Se colectaron seis plántulas, desde la emergencia hasta los seis meses. Para llevar a cabo lo anterior, se siguieron las técnicas anatómicas de Johansen (1949) y se analizaron las muestras.

Se obtuvieron muestras de la colección de trabajo con accesiones del SINAREFI. En el caso del tallo, de la

base de individuos adultos, las muestras se extrajeron con taladro Pressler, se fijaron en formaldehído-ácido acético-alcohol-agua (FAA) y se almacenaron en una solución de glicerina, alcohol y agua en proporción de 1:1:1. En lo que respecta a las fibras, se ablandaron con autoclave y las técnicas anatómicas utilizadas fueron las de Johansen (1949). En el caso de la corteza, las muestras se guardaron en bolsas de papel, se deshidrataron y se almacenaron en bolsas herméticas a una temperatura de 5 °C. Posteriormente se empleó la técnica microtomo de deslizamiento.

La especie *B. goldmanii* es endémica del estado de Chiapas y habita en la selva baja caducifolia, desde la Depresión Central de Chiapas hasta Guatemala, principalmente en ecosistemas que se encuentran amenazados. Se revisó el herbario para ubicar su distribución y se buscaron localidades con poblaciones amenazadas para llevar a cabo el rescate de las plantas. En el caso de *B. stricta*, se utilizaron semillas colectadas en San Pedro Totolapam, Oaxaca. En el caso de *B. goldmanii* se utilizaron semillas provenientes del Cañón del Sumidero. Luego se realizó una prueba de pureza y el porcentaje de semilla pura se calculó de la manera siguiente:

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{peso de la semilla pura}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100$$

El diseño experimental constó de cinco tratamientos con tres repeticiones cada uno y con 200 semillas por repetición. Los tratamientos fueron: 100 % agrolita; 50 % agrolita, 50 % abono; 75 % agrolita, 25 % abono; 75 % abono, 25 % agrolita; y 100 % abono. La siembra se llevó a cabo en un vivero de la comunidad y durante 61 días se registró el número de semillas germinadas por tratamiento. Los datos observados fueron transformados a \sqrt{x} , en donde X = %. Finalmente se efectuó un análisis de varianza para determinar si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Para establecer y registrar la UMA, se realizaron estudios poblacionales en el predio El Naranjo de la localidad de San Francisco Uninajab, del municipio de Comitán de Domínguez, Chiapas. (Hernández, 2012). Los datos se utilizaron para llenar los formatos requeridos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En el año 2011 se realizó una

investigación vía Internet para revisar los sitios que ofertan especies y semillas, así como sus precios. A la fecha este trabajo continúa con la recopilación de los precios estatales en el caso de *B. recurvata*.

Por otra parte, en el estado de Yucatán, durante el año 2011 se realizó el segundo ejercicio de búsqueda vía Internet acerca de la oferta de las especies, así como el diagnóstico de los precios estatales. Actualmente esta información se encuentra separada y podría complementarse con los datos de los estados de Chiapas, Oaxaca y Querétaro, y con los datos aportados por los miembros de la red, ya que sería de utilidad para conocer la información del mercado en el ámbito estatal y nacional.

Resultados y discusión

A la fecha se cuenta con 413 ejemplares resultado de las colectas efectuadas por el equipo del Instituto de Ecología, A. C. (INECOL), de la Red Pata de Elefante y de donaciones

Cuadro 1. Ejemplares del género *Beaucarnea* establecidos en el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero.

Especie	Núm. Indiv.	Tamaño promedio		
		DB (cm)	AP (cm)	AT (cm)
<i>B. compacta</i>	2	9	60	66
<i>B. goldmanii</i>	21	23.5	29.5	52.5
<i>B. gracilis</i>	10	10.2	92	101
<i>B. hiriartiae</i>	2	28.7	160	173
<i>B. inermis</i>	6	6	53.5	66.5
<i>B. pliabilis</i>	15	16	46	63
<i>B. purpusii</i>	96	N/D	23	37.5
<i>B. recurvata</i>	249	9.2	58.5	81.1
<i>B. stricta</i>	14	2.9	16 (mm)	25
Total	415			
<i>B. sanctomariana</i>	3,584 semillas			

Diámetro basal (DB). Altura promedio (AP). Altura total con las hojas extendidas hacia arriba (AT).

En la Figura 1 se presenta el mapa de distribución y la estructura espacial de la población de *B. stricta* en El Rancho el Jabalí, donde en promedio se cuenta con 200 individuos por hectárea y el 90 % de los adultos alcanza una altura mayor a tres metros.

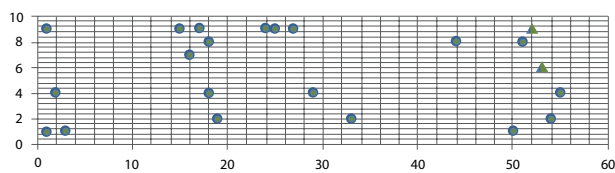


Figura 1. Distribución espacial de *Beaucarnea stricta*

Morfometría: Diámetro (D) promedio de base: 72.34 cm; D promedio del cuello: 30.82 cm. Altura (A) promedio total: 4.5 m. A promedio al cuello: 1.12 m. Número de ramificaciones: promedio 1^{as} = 2.7, promedio 2^{as} = 2.73.

En el siguiente cuadro se presenta la comparación entre *B. pliabilis* y *B. gracilis*, durante lapsos de tiempo de dos, cuatro y seis meses. Asimismo se describen los resultados obtenidos por especie.

Cuadro 2. Base de datos de la evaluación

Datos por especies	<i>B. pliabilis</i>	<i>B. gracilis</i>
Accesión SINAREFI. Núm. identificación	2010.103	LH 2009.02
Núm. de plántulas analizadas	3	3
Crecimiento longitudinal (cm)		
2 meses	10	8
4 meses	12	11
6 meses	20	13
Crecimiento en diámetro (solo base) (cm)		
2 meses	0.5	1
4 meses	0.5	1
6 meses	0.5	1
Número de hojas		
2 meses	10	5
4 meses	10	6
6 meses	14	6

En lo que respecta a *B. pliabilis*, esta especie no desarrolla una base ensanchada en el tallo, sino que crecen varias hojas de manera ascendente, incluso hasta los siete meses de edad. Al realizarse un corte transversal se pueden apreciar de cinco a siete haces vasculares concentrados en el centro, no dispersos. Cuando se hace el corte longitudinal se aprecian los primordios radiculares al lado de un haz vascular y los meristemas foliares ubicados hacia la parte apical.

En el caso del desarrollo de *B. gracilis*, esta especie desde el principio muestra un ensanchamiento evidente de la base y el brote de pocas hojas. A partir de las primeras semanas se puede apreciar la diferencia entre esta especie y la anteriormente descrita. En las muestras de corte transversal, las plántulas cuentan con más de 10 haces vasculares, los cuales se encontraban dispersos. Esta característica probablemente influye en la base ensanchada de esta especie.

Se encontraron haces vasculares anfibasales en el perixilema (Stevenson, 1980). En todas las especies se observó comunicación entre las células del xilema. No se encontró un arreglo particular de los haces, a excepción de *B. purpusii*, especie en la que forman una hilera. En la periferia de los haces vasculares, se observaron células de parénquima con grandes punteaduras, estilodios y rafidios. Los rafidios se ubicaron en las zonas más jóvenes del tallo, mientras que los estilodios en las zonas más profundas.

En la corteza de *B. purpusii* se pudo apreciar la presencia de estiloides, mientras que en la de *B. recurvata* y *B. stricta*, se encontraron rafidios. Al parecer las cortezas de estas especies están compuestas únicamente de corcho. En la mayoría se pudo observar zonas de mayor crecimiento, delimitadas por la diferencia en el tamaño de las células de corcho, las cuales eran zonas con distinto color. En el caso de *B. compacta*, la corteza es oscura, muy delgada, maciza y con pequeñas grietas. Por otra parte, la corteza de *B. goldmanii* es parcialmente lisa, delgada y muy frágil en las grietas; mientras que la de *B. gracilis* es grisácea, rugosa, con grietas profundas y varias capas frágiles, así como grandes espacios con aire. La corteza de *B. inermis* es de color café oscuro, gruesa y resistente, con grandes espacios de aire y grietas poco profundas. La corteza de *B. purpusii* es grisácea, gruesa, maciza y escamosa. La corteza de *B. recurvata* es de color café claro con partes más oscuras, muy delgada, quebradiza y con espacios de aire. Por último, la corteza de *B. stricta* presenta color café claro con partes grisáceas, superficie irregular, consistencia maciza y zonas delgadas y gruesas.

En seis municipios se rescataron 33 individuos. Las características de cada municipio se presentan a continuación (Cuadro 3)

Cuadro 3. Características de cada municipio en donde se rescataron individuos

Municipio	Estatus
Ocozocoautla de Espinosa	Reserva de la Biosfera El Ocote, afectada por asentamientos humanos y por la quema.
Berriozábal	Pequeñas poblaciones aislada. Una población de árboles adultos con plántulas.
San Fernando	En cañada, ladera y suelo pobre rocoso, aislada, lo que se mantiene a la población con pocos individuos.
Osumacinta	Parque Nacional Cañón del Sumidero, administrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Cercana a un núcleo poblacional, el hábitat está siendo modificado y tiende a desaparecer.
Tuxtla Gutiérrez	Parque Nacional Cañón del Sumidero, administrada por la CONANP. Garantiza la permanencia de la especie. Hay regeneración de individuos.
Venustiano Carranza	Zona ecoturística administrada y protegida por una organización de ejidatarios. Aparentemente garantiza la permanencia de la especie.
Socoltenango	Área muy impactada por actividad antropogénica. Alerta total. No garantiza la permanencia en los siguientes años. Urge recuperar los ejemplares que aún quedan.
Tzimol	Afectada drásticamente por asentamientos humanos. Plantas adultas taladas para construcción de cabañas. Área desmontada y abandonada.
Comitán de Domínguez	Poblaciones naturales abundantes. Algunas están en regeneración y otras con abundantes árboles adultos productores de semillas
La Trinitaria	Poblaciones conservadas que colindan con las de Comitán
Las Margaritas	Una brecha propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Afecta la población natural.
Frontera Comalapa	Poblaciones de baja densidad dispersas. Entre 10 a 20 individuos.

Los sustratos de tierra negra y la combinación de tierra negra con arena son los mejores para la germinación de *B. goldmanii*. Los resultados de la germinación de esta especie se muestran en la Figura 2, en tanto que los porcentajes promedio de germinación se muestran en la Figura 3.

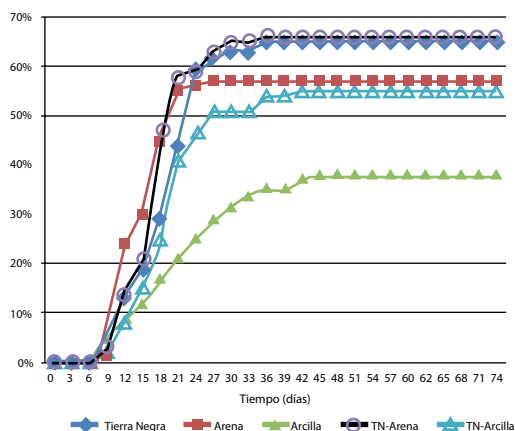


Figura 2. Germinación de *B. goldmanii*

Cuadro 4. Semillas de *B. stricta* germinadas por cada tratamientos

Tratamientos	P. G
1	11
2	30.5
3	33.16666667
4	37.16666667
5	41.33333333

P.G: porcentaje de germinación.

El análisis de varianza mostró que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las cinco variables, con un nivel del 95 % de confianza (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos de semillas de *B. stricta*

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón - F	Valor -P
Entre grupos	5.803	4	1.45085	4.16	0.03
Intra grupos	3.490	10	0.349072		
Total (Corr.)	9.294	14			

En el terreno de la UMA se delimitaron y se cercaron 5 hectáreas. Asimismo se hicieron brechas corta fuego y se establecieron recorridos de vigilancia constantes, los cuales se llevaron a cabo por parte de

los productores interesados y los dueños del predio. Se construyó un vivero rural, en donde actualmente se producen 20 000 plántulas con casi 10 cm de altura. Los formatos para el registro de la UMA se presentaron ante la SEMARNAT y se asignó el registro: 07/U0-0023/06/12, bajo el título: *UMA en Vida Libre con Componente Intensivo para Aprovechamiento de B. goldmanii*. Cabe señalar que se presentó una irregularidad en el caso del nombre de uno de los copropietarios, razón por la cual se tuvo que volver a entregar la documentación y a la fecha se espera el resolutive. En el caso de la comercialización de *B. recurvata*, la mayoría de ofertas recibidas provinieron de Alemania, Francia, Belice, Estados Unidos, España y Sudáfrica. Anteriormente otras ofertas provinieron de China, Malasia, Ecuador, La India, Sudáfrica y Libia.

Productos entregables e indicadores de impacto

En el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero se cuenta con una colección del género *Beaucarnea*. Asimismo se entregaron 30 accesiones al SINAREFI, principalmente de las especies *B. goldmanii* y *B. stricta*. Se elaboró un catálogo de micrografías de *B. pliabilis* y *B. gracilis*, así como los protocolos de germinación de *B. goldmanii* y *B. stricta*. Por otra parte se formó una UMA con 6 000 plántulas producidas, las cuales fueron entregadas a los productores, así como la guía metodológica para el manejo y aprovechamiento sustentable por comunidades locales. Además se realizó un modelo de manejo, uso y comercialización del género.

Conclusiones

Actualmente, el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero cuenta con las 10 especies que pueden encontrarse en México, de las cuales nueve son plantas y una, el caso de *B. sanctomariana*, se encuentra como semilla germinando. Respecto a *B. stricta*, se pudieron identificar problemas poblacionales, ya que se cuenta con un bajo número de individuos por hectárea y una estructura de edades en la que persisten más adultos y viejos que jóvenes. En lo que se refiere a *B. pliabilis* y *B. gracilis*, estas especies difieren morfológica y anatómicamente debido a un meristemo secundario que permite engrosar la base de la segunda especie mencionada. Dicha diferencia se pueden observar

desde la fase de plántulas. Asimismo la morfología y la anatomía de los tallos y de las cortezas aportan características que permiten diferenciar a las especies.

Por otra parte, se localizaron y rescataron individuos amenazados de *B. goldmanii*. Los porcentajes de germinación a los 14 días de *B. goldmanii* y *B. stricta*, fueron de 78 % para cada especie y contrastan con los porcentajes de *B. recurvata* de 44 %, según Osorio et al. (2012). De acuerdo a Osorio y Mata (2005), en el caso de *B. gracilis* y *B. recurvata*, los porcentajes de germinación fueron de 89.8 % y 95.3 %, respectivamente. Finalmente, según Cardel et al. (1997) y Flores y Briones (2001), en relación a *B. gracilis*, el porcentaje de germinación varió de 95 a 100 %. El bajo porcentaje de germinación reportado por Osorio et al., (2012) puede deberse al sustrato y no a la fisiología. En este caso el mejor sustrato para la especie *B. goldmanii*, consiste en una combinación que considera una parte de tierra por una parte de arena. Se estableció un vivero comunitario y a la fecha se está constituyendo una UMA para producir *B. goldmanii*. La información anterior se analizará y se buscarán posibles compradores para apoyar a los productores que cuentan con plantas en existencia.

Bibliografía

- Cardel Y., V. Rico-Gray, J. G. García Franco and L. B. Thien. 1997. Ecological Status of *Beaucarnea Gracilis*. Lem. (*Nolinaceae*): An Endemic Species of the Semiarid Tehuacan Valley, México. *Conservation Biology*. 322 p.
- Flores, J. and O. Briones. 2011. Plant life-form and Germination in a Mexican Inter-tropical Desert: Effects of Soil Water Potential and Temperature. *Journal of Arid Environments* 47: 485-497.
- Hernández, L., M. L. Osorio R., R. Orellana, M. Martínez, M. A. Pérez, A. Contreras, G. Malda, C. Espadas, K. Almanza, H. Castillo y A. Felix. 2012. Manejo y conservación de las especies con valor comercial de pata de elefante (*Beaucarnea*). Universidad Autónoma de Querétaro y SNICS. 115 p.
- Johansen, D. 1940. *Plant Microtechnique*. McGraw-Hill Book Co., New York, 523 pp.
- Osorio R., M. L., A. Contreras H., M. Equihua Z. y G. Benitez B. 2012. Germinación, supervivencia y establecimiento *in situ* de una especie endémica amenazada: *Beaucarnea recurvata* Lem., *Nolinaceae*. *Botanical Science*. En prensa.
- Osorio-Rosales, M. L. and M. Mata-Rosas 2005. Micropropagation of Endemic and Endangered Mexican Species of Ponytail Palms. *Hortscience* 40(5): 1481-1484
- SEMARNAT 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 que determina las especies y subespecies de fauna y flora silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción. Amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, 2-60 pp.
- Stevenson, D., 1980. Radial Growth in *Beaucarnea recurvata*. *American Journal of Botany* 67(4):476-489.

**Resultados en conservación, uso y aprovechamiento
sustentable de recursos fitogenéticos para la
alimentación y la agricultura**

Se terminó de imprimir en Imagen Digital Edición
e Impresión S. de R. L. de C. V.
Cda. San Cristóbal 13, Col. Tulantongo
Texcoco, Estado de México, CP 56200

Esta edición consta de 500 ejemplares
impresos en papel couche de 120 g
Septiembre, 2015

ISBN 607969820-1



Este programa es público, ajeno a cualquier partido político,
queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa.