



Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura

SECRETARÍA DE
AGRICULTURA
GANADERÍA Y
DESARROLLO
RURAL



SERVICIO
NACIONAL
DE INSPECCIÓN Y
CERTIFICACIÓN DE
SEMILLAS



SOCIEDAD
MEXICANA
DE FITOGENÉTICA



Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura

Informe Nacional

Editado por

**P. Ramírez V., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M, F.
Rincón S. y F. Zavala G.**

**Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, SNICS
Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C., SOMEFI**

Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura

Informe Nacional

Compiladores: Lucía Barrios Carrada
Eduardo Jiménez Juárez

Revisores externos: Dr. Gregorio Martínez, CIMMYT
Dr. David Williams, IPGRI

Diseño de Portada: Edgar Ramírez Ramírez

ISBN 968-839-219-7

Primera edición

SERVICIO NACIONAL DE INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS
Lope de Vega No. 125-2º Piso
Chapultepec, Morales
11570, México, D.F.

SOCIEDAD MEXICANA DE FITOGENÉTICA, A. C.
Apartado Postal 21
Chapingo, Edo de México
56230 México
E-mail: somefi@taurus1.chapingo.mx

Cita correcta:

_____ En: P. Ramírez V., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M, F. Rincón S. y F. Zavala G. (eds). 2000. Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura, Informe Nacional. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México.

Prohibida su reproducción parcial o total sin el permiso escrito del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, la Sociedad Mexicana de Fitogenética y/o de sus editores.

Impreso en México/ Printed in Mexico.

PROLOGO

Los recursos genéticos vegetales para la alimentación y la agricultura (RGVAA) constituyen la base biológica de la seguridad alimenticia del mundo y de México; y la supervivencia de la raza humana está asociada directa e indirectamente con ella. Estos recursos están constituidos por la diversidad del material genético contenida en las variedades tradicionales y modernas, así como por los parientes silvestres. Además, estos recursos constituyen la materia prima a partir de la cual es posible obtener nuevas variedades, con el uso de técnicas tradicionales y biotecnológicas de mejoramiento genético.

En México, los RGVAA han estado ligados a su historia, economía y cultura; han sido parte de la evolución de la sociedad mexicana al permitir, mediante su aprovechamiento, la supervivencia, crecimiento, desarrollo y florecimiento de sus diferentes culturas; y actualmente constituyen la base de un gran número de sistemas de producción, tradicionales y modernos, que se practican en la superficie agrícola del país.

Desde este punto de vista, son de particular interés los cultivos alimenticios de uso actual y en desarrollo, cultivares obsoletos substituidos por nuevas variedades, cultivares primitivos (colecciones nativas), especies silvestres y malezas emparentadas con las especies cultivadas; así como reservas genéticas especiales, en las que se incluyen líneas elite, de trabajo de los mejoradores y mutantes (FAO, 1994)¹.

Dado que estos recursos naturales representan reservas de diversidad y adaptabilidad genética, con los que es posible amortiguar los cambios ambientales y económicos, la pérdida de este material, representa una seria amenaza a la seguridad alimentaria de los pueblos en el futuro. Por ello, la conservación y la utilización racional de los RGVAA pueden contribuir significativamente al desarrollo nacional, a la seguridad alimentaria y a la reducción de la pobreza, al ser la base del mejoramiento de la productividad y sostenibilidad agrícola.

El interés en la regulación del acceso y en la promoción de la conservación y aprovechamiento racional de los recursos fitogenéticos se ha incrementado en varios países. Así, ha sido materia de discusión en los foros de la FAO, que resultó en la firma, en 1983, del Compromiso Internacional de los Recursos Fitogenéticos, mediante el cual los países miembros, entre ellos México, se comprometieron a elaborar el Informe del estado que guardan los recursos fitogenéticos en forma periódica, así como a la aplicación del Plan de Acción Mundial en sus respectivos países. En México, en seguimiento a dichos compromisos, el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, ha emprendido diversas acciones, entre las que destaca la elaboración del Informe de los Recursos Fitogenéticos de México, con la colaboración de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI).

La SOMEFI es una agrupación científica de profesionales dedicados a la investigación y la enseñanza de la Genética, así como a su aplicación al mejoramiento genético de especies cultivadas y al estudio, conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos del país. Esta Sociedad, desde su nacimiento en 1965, ha mantenido un interés permanente y constante

¹ FAO. 1994. First Draft of the Revised International Undertaking. CPGR/94/wg9/3.

en los recursos genéticos vegetales, sobre todo en los utilizados para la alimentación y la agricultura, debido, entre otros factores, a la enorme riqueza florística de México, estimada en aproximadamente 30 000 especies de plantas superiores, de las cuales se estima que un 25% tiene algún valor de uso, situación que convierte a la mitad sur del país junto con el norte de Centroamérica, en uno de los centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas (60-100 especies) de mayor importancia mundial.

La atención de la SOMEFI a los recursos genéticos vegetales, se ha sustentado en el valor biológico de la diversidad genética de las especies cultivadas, tanto nativas como introducidas, que constituyen la materia prima fundamental para el mejoramiento genético del rendimiento, la calidad y la resistencia al estrés causado por factores ambientales adversos. También, la acelerada erosión genética de los recursos vegetales como consecuencia de la sobreexplotación, los desplazamientos de cultivos y de variedades tradicionales, la destrucción de la vegetación natural y la pérdida del conocimiento asociado a estos recursos, entre otros factores. Asimismo, la necesidad de revalorar la cultura tradicional; y de la diversidad ecológica y de condiciones sociales e infraestructura favorables para el cultivo de diversas especies, tanto nativas como introducidas; son factores que han contribuido a mantener el interés de la sociedad en estos estratégicos recursos biológicos.

En años recientes, el uso potencial de los productos derivados de la aplicación de la biotecnología ha contribuido a dar un importante giro en el interés hacia los recursos genéticos, sobre todo ante los riesgos, actuales y potenciales que representa el uso de las variedades transgénicas, así como de sus repercusiones en el mantenimiento de la continuidad e integridad biológica de los RGVAAs de México; ya sea por el intercambio y flujo de genes, o por la sustitución de variedades nativas y de sistemas de producción autóctonos por sistemas de producción foráneos, generados y promovidos generalmente por los grandes consorcios internacionales. Estos factores han elevado a la discusión diversos aspectos económicos, políticos y sociales que requieren respuestas dentro del marco de los intereses nacionales y el contexto internacional.

La SOMEFI ha hecho importantes contribuciones, entre las que destacan la realización de simposios y reuniones, como los siguientes: Recursos Genéticos Disponibles a México, en 1978; La investigación Genética Básica en el Conocimiento y Evaluación de los Recursos Fitogenéticos, en 1985; Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México, en 1990; Cultivos Potenciales, en 1993; Simposio de Recursos Genéticos, en el XVI Congreso de Fitogenética, en 1996 y Simposio de Recursos Genéticos de Frutales Tropicales, en el XVII Congreso de Fitogenética, en 1998. Adicionalmente, ha organizado reuniones de consulta dirigidas a la formulación de un **Plan de Acción** que represente los intereses de la sociedad mexicana, como la 1ª y 2ª Reunión de Consulta sobre Recursos Fitogenéticos, realizadas en mayo y Octubre de 1998, respectivamente. En años recientes, la Sociedad ha colaborado con el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, en la integración tanto del Informe Nacional sobre los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura como en la formulación de un Plan de Acción.

La información contenida en los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de México: Informe Nacional ha sido organizada de tal manera que cada uno de los Capítulos contribuye a delinear la panorámica de estos recursos naturales de nuestro país, al mismo tiempo que se ha procurado que cada uno de ellos pueda analizarse en forma independiente. Así, en el Capítulo I se presenta la visión del marco físico, social y biológico de los Recursos Fitogenéticos (RF). Los aspectos biológicos de los recursos fitogenéticos del país, particularmente de los originarios de México, así como su importancia actual y potencial son

discutidos con amplitud en el Capítulo II. Sin lugar a dudas, la conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos, discutidos en los Capítulos III y IV, son aspectos de gran interés e importancia, ya que de estas acciones depende su continuidad biológica, así como la manera e intensidad de su utilización. La regulación del acceso, conservación y aprovechamiento de los RF, que es un tema polémico dada la naturaleza de los intereses económicos, políticos y sociales involucrados, se analiza desde una perspectiva nacional en el Capítulo V. El marco internacional se discute en el Capítulo VI, desde el punto de vista de los convenios firmados por nuestro país. La panorámica de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de México, no podría estar completa sin el análisis de las perspectivas que los recursos fitogenéticos ofrecen, como el que se presenta en el Capítulo VII, en el que además se plantean algunos elementos necesarios que permitirían tomar ventaja de su existencia, en beneficio de la agricultura y economía nacionales.

En la elaboración de este Informe Nacional, además de los propios autores, han participado un gran número de personas en las diferentes etapas del proceso. Entre ellos podemos citar la colaboración de los ingenieros agrónomos Gabriel Rincón Enríquez, Eduardo Jiménez Juárez y Lucía Barrios Carrada, quienes tuvieron a su cargo el apoyo técnico para la realización de este informe. Adicionalmente, se constituyó un Comité Técnico encargado de planear, organizar y editar los escritos surgidos durante el proceso de elaboración, cuyos miembros se responsabilizaron de la escritura de los diversos capítulos de la obra de acuerdo a su interés individual y especialidad particular. Este Comité estuvo integrado por Fernando Castillo González, Francisco Zavala García, Rafael Ortega Pazcka, Agustín López Herrera y Froylan Rincón Sánchez. La Coordinación General de dicho Comité estuvo a cargo de Porfirio Ramírez Vallejo. Asimismo, los Doctores David Williams del IPGRI y Gregorio Martínez del CIMMYT, colaboraron amablemente en la revisión técnica externa de los manuscritos. A todos ellos y a las instituciones nacionales que brindaron su apoyo e información para integrar esta obra nos permitimos agradecerles su colaboración.

Este documento contribuye al conocimiento de la problemática de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de México, y pretende servir como un punto de referencia para llegar, en un futuro cercano, al establecimiento tanto de un Sistema como de un Programa nacionales para el estudio, conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos de México. Esta es una magna tarea que requiere la concurrencia y participación de todos los sectores sociales para establecer un proyecto nacional realista que mire hacia el futuro, y que permita aprovechar cabal y racionalmente el potencial de los RFGAA en el crecimiento y diversificación de la agricultura nacional, como parte de una estrategia global de desarrollo nacional basada en una mayor participación de la actividad agrícola.

Finalmente, es necesario destacar que la realización de este trabajo de investigación no hubiera sido posible sin el entusiasmo del Ing. Eduardo Benítez Paulin, Director del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, perteneciente a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, quien con su interés y preocupación en el desarrollo de una política nacional para el estudio, conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos de México brindó el apoyo decidido, así como la dirección y estímulos necesarios que permitieron llegar a su conclusión.

Esta publicación ha sido posible gracias a la contribución y el esfuerzo de un gran número de investigadores y de instituciones, y ha sido posible gracias a un esfuerzo interdisciplinario e interinstitucional que puede servir como ejemplo para que en el futuro se realicen iniciativas y acciones que permitan definir tanto un Sistema como un Plan de Acción en el ámbito nacional, que involucre la participación de todos los actores involucrados en el estudio, conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos, y en las que la Sociedad Mexicana de

Fitogenética seguirá participando, esperando con ello contribuir al desarrollo de la agricultura nacional y a la preservación de estos recursos para las generaciones futuras. Acciones que en caso de no realizarse conducirán a una más rápida destrucción y pérdida de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura con los consecuentes efectos económicos, políticos y sociales.

Porfirio Ramírez Vallejo
Coordinador

C O N T E N I D O

I. Entorno de los Recursos Fitogenéticos de México

Porfirio Ramírez Vallejo, Lucía Barrios Carrada, Eduardo Jiménez Juárez y Francisco Zavala García

II. Recursos Fitogenéticos Autóctonos

Rafael Ortega Paczka, Miguel Angel Martínez Alfaro y José de Jesús Sánchez González

III. Conservación de Recursos Fitogenéticos en México

Froylán Rincón Sánchez y Juan Manuel Hernández Casillas

IV. Aprovechamiento de los Recursos Fitogenéticos

Fernando Castillo González y José de Jesús Sánchez González

V. Legislación y Política Relacionada con la Protección y Vigilancia de los Recursos Fitogenéticos

Agustín López Herrera, Tayde Morales Santos y Gabriel Rincón Enríquez

VI. Acuerdos Internacionales

Eduardo Benítez Paulín, Arcelia González Merino, José Robles Aguilar y Ana Silvia Arrocha Contreras

VII. Los Recursos Fitogenéticos en Perspectiva

Manuel Livera Muñoz, Porfirio Ramírez Vallejo, Fernando Castillo González, Alfonso Muratalla Lúa y Yolanda D. Ortiz Hernández

Apéndice

ENTORNO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DE MÉXICO

Porfirio Ramírez Vallejo¹, Lucía Barrios Carrada², Eduardo Jiménez Juárez³
y Francisco Zavala García⁴

¹ Profesor Investigador
Colegio de Postgraduados

² Investigadora Auxiliar
Colegio de Postgraduados

³ Investigador
Sociedad Mexicana de Fitogenética

⁴ Profesor - Investigador
Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Introducción	3
Superficie y Ubicación Geográfica	3
División Política	3
Condiciones Naturales	4
Fisiografía	4
Geología y suelos	4
Clima	4
Diversidad florística y endemismos en México	9
Información Demográfica	11
Población indígena	12
Alfabetismo	13
Tenencia de la Tierra	13
Uso del Suelo	15
Agricultura	16
Mejoramiento Genético y Suministro de Semillas	18
Tendencias en la Producción Agrícola	21
Tendencias en la producción de cultivos básicos	21
Comercio exterior	22
Políticas Agrícola y Recursos Fitogenéticos	24
Bibliografía	26

INTRODUCCIÓN

A partir de la definición de los recursos fitogenéticos como plantas capaces de reproducirse, con un valor antropocéntrico actual o potencial, es posible advertir que la existencia y persistencia de una especie cultivada, depende, además de su propia información genética, del ambiente en que crece, se desarrolla y reproduce, del cual forma parte el hombre, que ha condicionado su forma y adaptación y finalmente la manera en que es aprovechada.

Por ello, antes de proceder al análisis detallado de las diferentes dimensiones de los recursos fitogenéticos, es necesario ubicar el ambiente físico y social en que éstos se encuentran. El presente capítulo presenta una imagen breve de las condiciones naturales del país, así como de algunos aspectos sociales relevantes asociados, para finalmente presentar algunas peculiaridades de la agricultura de México, sobre todo en temas que guardan una relación directa con el estudio, conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos. Este análisis puede ayudar a comprender con mayor claridad el origen de la diversidad así como los diferentes aspectos que dan lugar a su problemática.

SUPERFICIE Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La extensión territorial del país es de 1 964 375 km², con una superficie continental de 1 959 248 km² y una insular de 5 127 km²; con un perímetro de 15 818 km, de los cuales 11 122 corresponden a litorales y 4 225 a fronteras; de estos últimos 94% con Estados Unidos de América, 5% con Guatemala y 1% con Belice. Existen más de 40 islas con una superficie de 6 006 km². El mar territorial tiene una superficie de 208 894 km² y la Zona Económica Exclusiva comprende 2 926 252 km² (<http://www.inegi.gob.mx/geografia/extterri/frontera.html>).

El país, situado mayormente en América del Norte, se localiza entre los paralelos 14°30' y 32°43' de latitud norte y los meridianos 86°42' y 118°27' de longitud oeste. El Trópico de Cáncer atraviesa el territorio en su parte central, de manera que una parte se halla dentro de la zona intertropical y la otra en la subtropical (Figura 1.1), lo que explica de alguna manera la gran diversidad climática y de nichos ecológicos que se encuentran en el país.

El país tiene como límites al Golfo de México y al mar Caribe por el Este; por el Oeste y Sur al Océano Pacífico; al Norte los Estados Unidos de América; y al Sureste a Guatemala y Belice.

DIVISIÓN POLÍTICA

México es una república federal que está dividida en 31 Estados y un Distrito Federal; en este último se asientan los poderes de la nación y la zona urbana más grande del país. De los 31 estados, 17 tienen litoral y 10 colindan con otras naciones (Figura 1.1). El estado más pequeño es Tlaxcala con una superficie de 4 037 km² y el más extenso es Chihuahua con un área de 245 495 km² (INEGI, 1998).

Cada estado se subdivide en municipios cuyas superficies van de 4 a 5 500 km². En el país hay 2 400 municipios, que se consideran unidades geopolíticas con una gran heterogeneidad en tamaño, a partir de las cuales numerosas instituciones nacionales recaban información sobre variables económicas, sociales, y de producción agrícola, forestal, pecuaria y pesquera (<http://rulfo.dca.udg.mx/Geografia/-politica.html>).

CONDICIONES NATURALES

Fisiografía

La complejidad fisiográfica del territorio mexicano se manifiesta claramente en su accidentado relieve; ya que dos terceras partes del territorio mexicano se encuentran por encima de los 800 msnm, lo que las ubica ligeramente por encima de los promedios de altitud continental y mundial. Las ocho principales cumbres de México, cuyas alturas van de 4 128 a 5 610 msnm, se encuentran en el Eje Neovolcánico Transversal, que cruza de Este a Oeste el centro del país (Figura 1.2).

Las pendientes expresan particularmente la intensa heterogeneidad ambiental del país, ya que menos de 18% del territorio nacional tiene pendientes menores de 5% y más de 47% tiene pendientes mayores de 27%.

La altura y la topografía del país contribuyen a definir la diversidad climática, así como a la generación de innumerables nichos ecológicos.

Geología y suelos

México, por su localización geográfica, topografía y climas, presenta una distribución compleja de tipos de suelo, con por lo menos 15 diferentes clases, de los cuales los más comunes, de acuerdo con el sistema de clasificación FAO/UNESCO, son regosol, litosol y xerosol (Figura 1.3).

El país tiene una amplia variedad de rocas, formaciones geológicas y estructuras de interés económico, resultado del efecto de procesos volcánicos internos y externos, movimientos tectónicos y otros fenómenos que ocurrieron en diferentes períodos geológicos.

Clima

México presenta una gran variedad de climas, de los muy cálidos a los fríos y de muy húmedos a muy áridos; así, según el sistema de clasificación climática de Köpen, modificado por Enriqueta García (1988), los grupos climáticos observados en México son A, cálidos; C, templados; B, secos; y E, fríos; cada uno con al menos cuatro variantes climáticas, conforme con el nivel de precipitación pluvial y temperatura.

El 37% del territorio tiene clima cálido, con una temperatura media anual mayor de 18°C; 39% de tipo semicálido con temperatura media anual entre 18 y 22°C; 23% corresponde a climas templados con media anual entre 12 y 18°C; y el 1% restante tiene clima de los tipos semifríos y fríos con media anual menor de 12°C (<http://www.inegi.gob.mx>).

Por su humedad, 56% del territorio corresponde a zonas muy áridas, áridas y semiáridas, que predominan en el norte y centro del país. El 37% de la superficie del país es subhúmeda, principalmente en las sierras y las planicies costeras del Océano Pacífico, del Golfo de México y del noreste de la Península de Yucatán. Las zonas húmedas comprenden sólo 7% del territorio nacional y se encuentran en donde se inicia el ascenso a las sierras y se deposita la humedad proveniente del Golfo de México, además de una pequeña porción localizada en la vertiente del Océano Pacífico en el extremo sur del país (Figura 1.4).

En 66% del territorio mexicano se presentan lluvias en verano; en 31% de la superficie el régimen de lluvias es intermedio, en la frontera norte del país, así como en las zonas de mayor precipitación del trópico mexicano; y el 3% restante tiene regímenes de lluvias de invierno, esta área comprende la vertiente al Océano Pacífico de la Península de Baja California. (<http://www.inegi.gob.mx>).



Figura 1.1. Localización geográfica de los Estados Unidos Mexicanos.
Fuente: <http://www.inegi.gob.mx/homeing/geografia/ubigeo/coorlim.gif>

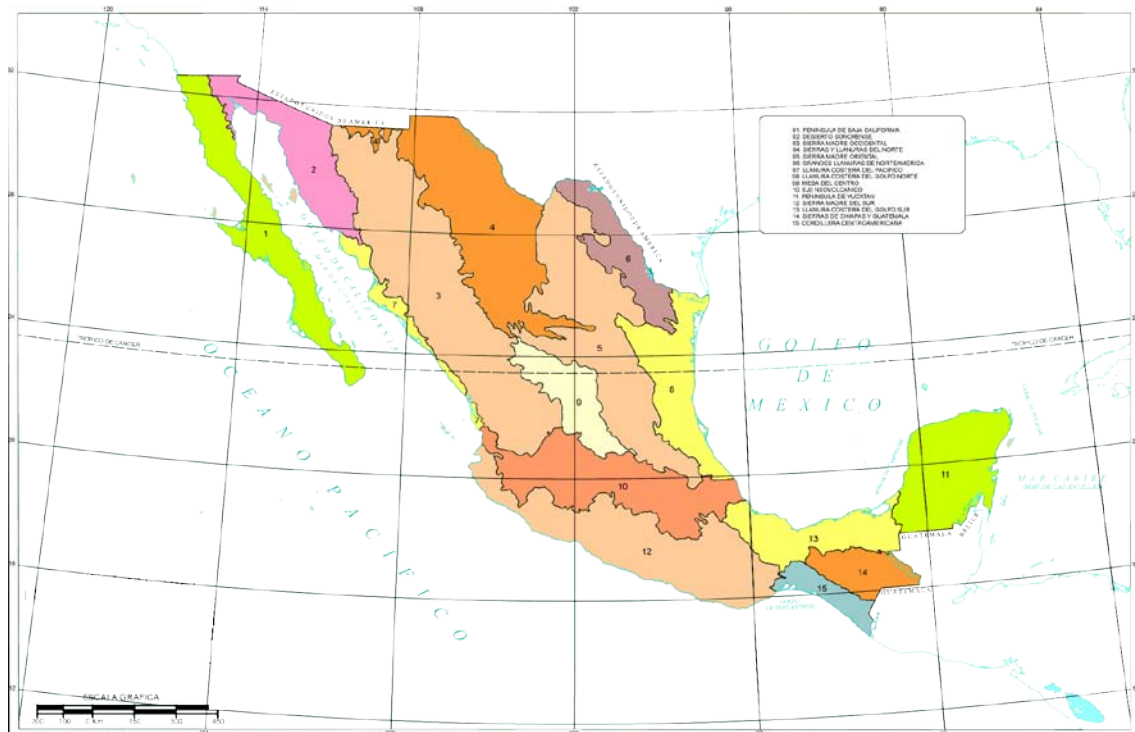


Figura 1.2. Fisiografía de México.
Fuente: <http://www.inegi.gob.mx/homeing/geografia/fisigeo/mfis.gif>

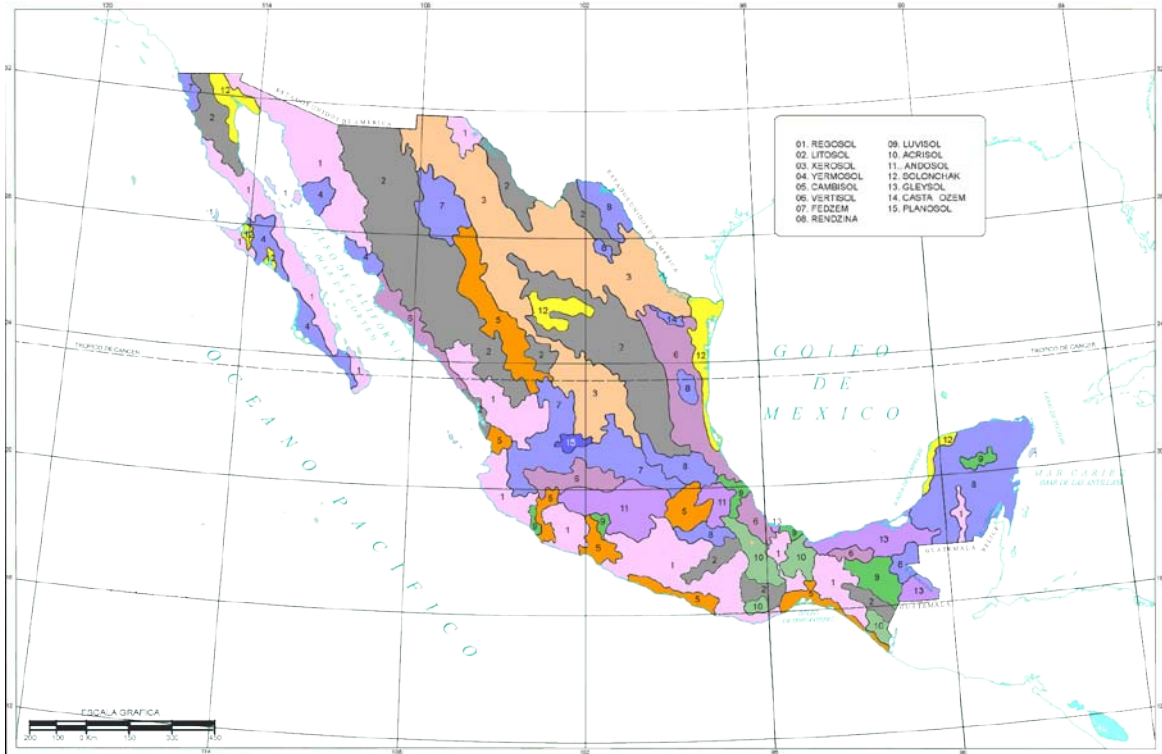


Figura 1.3. Tipos de suelo de México.
Fuente: <http://www.inegi.gob.mx/homeing/geografia/fisigeo/msue.gif>



Figura 1.4. Principales tipos de clima de México.
Fuente: <http://www.inegi.gob.mx/homeing/geografia/climhidr/mcli.gif>

Diversidad florística y endemismos en México

La República Mexicana se caracteriza por ser una de las zonas florísticas más ricas del mundo, entre otras cosas porque constituye el puente continental entre las dos Américas. Esta condición estratégica fortuita ha permitido al país ser escenario, en el pasado geológico, de intensas migraciones de plantas de procedencia diversa y hoy constituye una zona de influencia mixta de los elementos neotropical y holártico. Existe una fuerte influencia de los elementos neotropicales en gran parte del territorio nacional, en particular, en la porción meridional ubicada dentro de la franja intertropical. Asimismo se observa la predominancia de especies neotropicales en esta zona debido al corredor de plantas que se extiende libremente desde América del Sur hasta México y viceversa. (Rzedowski, 1983).

Los tipos de vegetación presentes en México van desde matorrales desérticos hasta selvas tropicales (Cuadro 1.1). El 32% del territorio está ocupado por selvas, entre las que destaca la selva baja caducifolia (19%). Los bosques ocupan el 20% del país y los matorrales el 28%. Otros tipos, como el manglar, el palmar y el matorral submontano ocupan menos del 1%, pero juegan un papel importante en la heterogeneidad ambiental (CONABIO, 1996). El 24% de la superficie nacional se ha transformado para uso agrícola o pecuario, de esta superficie, 11% está cubierta con pastizales, 10% de destina a agricultura de temporal y 3% a agricultura de riego. Aunque esta cifra puede estar subestimada ya que no se incluyen las superficies con cultivos forestales y perennes, como por ejemplo el café (<http://www.conabio.gob.mx/-biodiversidad/territo.htm>). La distribución de la vegetación y los tipos existentes en México, se presentan en la Figura 1.5 y en el Cuadro 1.1, respectivamente.

La amplia heterogeneidad del escenario físico y geográfico, en combinación con la amplia gama de climas, han dado lugar a una de las biotas más diversas del mundo. Aunque se desconoce el número preciso de especies que integran la flora nativa mexicana, las estimaciones van de 20 000 (Rzedowski, 1978) hasta 30 000 especies de plantas vasculares, según la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO, 1996), (citado en <http://www.ine.gob.mx>). Lamentablemente hasta el momento no se dispone de un inventario de tal magnitud. Por lo que se refiere a la biodiversidad de interés antropocéntrico, se tiene una situación similar, sin embargo, actualmente se cuenta con información de 2 500 especies con alguna utilidad antropocéntrica (SOMEFI, 1998), cifra que podría ascender a 7 000 especies, aproximadamente. De las especies con importancia agrícola económica se han identificado 259 de uso comercial (SAGAR, 1993; SAGAR, 1994; SAGAR, 1995), este número podría ser mayor si se considera a las especies cultivadas en huertos familiares. Sobre las especies cultivadas, figura mayor información en el apartado sobre agricultura de este capítulo.

Cuadro 1.1. Composición de los tipos de vegetación de México.

Vegetación Acuática y Subacuática	15 Palmar	Matorrales de Zonas Semiáridas
1 Manglar	16 Sabana	23 Matorral subtropical
2 Popal Tular	17 Mezquital	24 Matorral Submontano
3 Selva Baja Perennifolia	18 Bosque de Coníferas y Encinos	25 Matorral Espinoso Tamaulipeco
4 Selva Baja Subperennifolia	19 Bosque de Oyamel	26 Matorrales de Zonas Áridas
5 Selvas Húmedas	20 Bosque de Pino	27 Matorral Sarcocaula
6 Selva Alta Perennifolia	21 Bosque de Pino Encino	28 Matorral Sarco-crasicaule
7 Selva Alta Subperennifolia	22 Bosque de Encino	29 Matorral Sarco-crasicaule con Neblina
8 Selva Mediana Subperennifolia	23 Bosque de T sacate	30 Matorral Crasicaule
9 Selvas Subhúmedas	24 Bosque Mesófilo de Montaña	31 Matorral Rosetófilo Costero
10 Selva Mediana Subcaducifolia	25 Chaparral	32 Matorral Desértico Rosetófilo
11 Selva Mediana Caducifolia	26 Pastizal	33 Matorral Desértico Microfilo
12 Selvas Secas		34 Vegetación de Desiertos Arenosos
13 Selva Baja Caducifolia		35 Vegetación Halófila
14 Selva Baja Espinosa		36 Areas sin Vegetación Aparente
		37
		38
		39

Fuente: <http://www.inegi.gob.mx/homeing/geografia/vegfauna/mveg.gif>

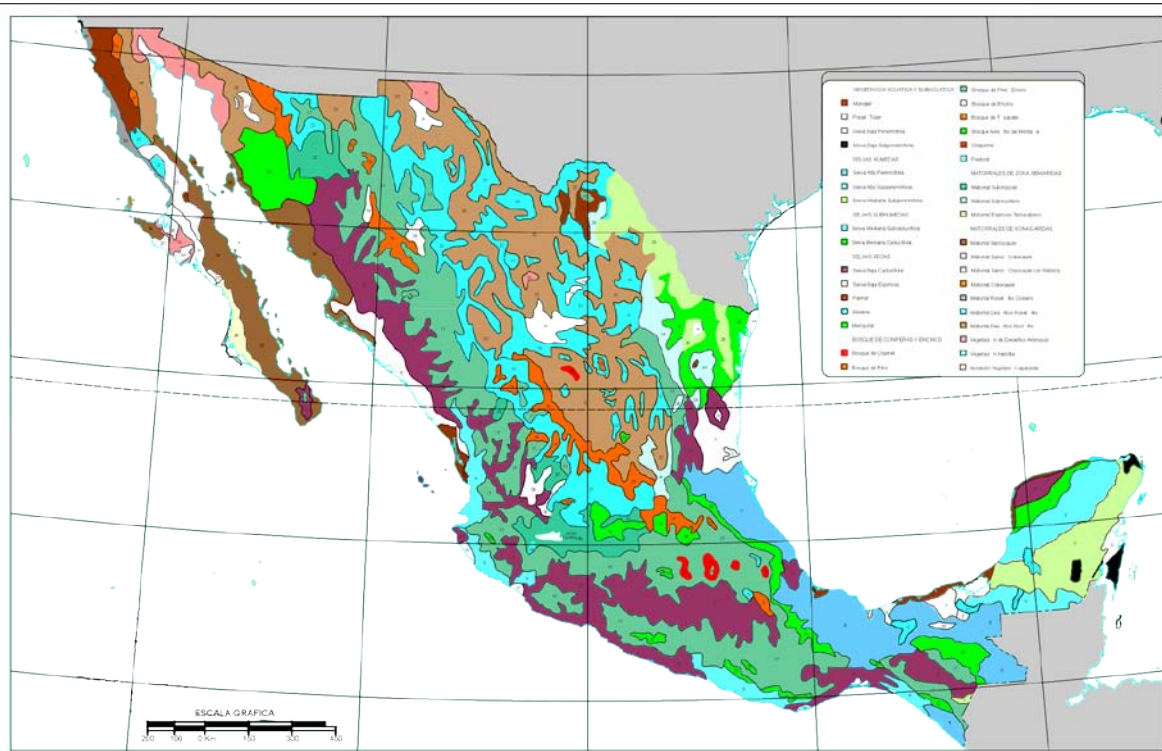


Figura 1.5. Vegetación de México.
Fuente: <http://www.inegi.gob.mx/homeing/geografia/vegfauna/mveg.gif>

Hoy día, con el advenimiento de la biotecnología, más que las plantas completas, se ha tornado importante la información contenida en los genomas, por cuanto a genes en particular, cuyo valor actual es mayor debido a la posibilidad de su introducción en especies diferentes de las que fueron extraídos, así como su utilización para la producción de ciertas sustancias in vitro.

La importancia actual y potencial de la información contenida en los genomas de las especies nativas que constituyen los recursos fitogenéticos del país, son la principal razón de su conservación y aprovechamiento. En relación con esto último, algunos ejemplos de germoplasma nacional valioso, que se utiliza en otros países se indican a continuación:

Hortalizas: chile, jitomate, tomate de cáscara; Frutales: aguacate, nopal tunero. pitahaya; Industriales: cacao, henequén, vainilla, tabaco, algodón y zempoalxochitl; Ornamentales: nochebuena, orquídeas, bugambilia, dalia y cactáceas de ornato.

Otro de los aspectos importantes de los recursos fitogenéticos, es él asociado con la movilización incontrolada de especies nativas a otros países, donde son aprovechadas comercialmente y regresadas a nuestro país con un costo adicional y con escasa posibilidad de uso y explotación nacional por la protección a que están sujetas, aspecto que debe ser regulado en breve. Es muy probable que una situación similar ocurra con los genes, lo cuales una vez identificados, aislados e introducidos a variedades localmente adaptadas tengan un costo adicional para los agricultores, sin la posibilidad de obtener algún beneficio para la comunidad de donde fue extraída, ni para el país. Adicionalmente, la pérdida del germoplasma o erosión genética es un peligro latente, que puede ser debida a causas como las siguientes:

- Reemplazo de variedades locales
- Reemplazo de sistemas de producción
- Plagas, enfermedades y malezas
- Factores climáticos adversos: heladas, sequías e inundaciones
- Incendios
- Sobrepastoreo
- Sobreexplotación de especies
- Urbanización y presión poblacional
- Migración humana
- Legislación y políticas inadecuadas
- Problemas civiles y sociales
- Hambre y pobreza

INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA

Los datos demográficos y económicos relevantes de México, figuran en el Cuadro 1.2, en donde destaca el papel de la fuerza de trabajo dedicada a la agricultura, cuya proporción es muy cercana a la de la industria.

La población mexicana tiene una tasa de crecimiento anual aproximada de 1.8% (INEGI, 1996). En 1996 la población mexicana era de 96 millones de habitantes, 41% de las cuales se encontraban distribuidos en sólo cuatro estados, México, Veracruz, Jalisco y Puebla, y en el Distrito Federal.

Por las implicaciones económicas, sociales y modificaciones del ambiente, la concentración de la población en las ciudades es un asunto preocupante, y la tendencia a la concentración continúa. Según INEGI (1996), el 25% de la población residía en las zonas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, que a su vez ocupan 2% de la superficie nacional. Esto explica que 75% de la fuerza de trabajo del país se ocupa en labores eminentemente urbanas, como la industria y el sector de servicios.

Cuadro 1.2. Datos demográficos y económicos relevantes de México.

Concepto	Cantidad
Población (millones de habitantes) (Diciembre, 1996)	93.00
Densidad (hab/km ²) (1995)	46.00
Producto Interno Bruto (millones de US dls.) (1997)	402 541.1
Participación de la agricultura en el PIB (%) (1997)	6.1
Distribución de la fuerza de trabajo por sector (%) (1995)	
Agricultura	22.59
Industria	24.36
Servicios	52.72

Fuente: <http://www.inegi.gob.mx>

El 31.66% de la población económicamente activa emigró de su lugar de origen (INEGI, 1996); lo cual es un indicador de que en las zonas rurales no ha sido posible generar fuentes de empleo permanentes, satisfactorias y suficientes como para retener allí a su población y frenar la migración hacia las ciudades. Los Estados de Durango y Baja California Sur presentaron las cifras más altas de emigración en 1995 (INEGI, 1996); sin embargo, se sabe que en los Estados de Guanajuato, Zacatecas, Michoacán, Jalisco y Puebla, por mencionar algunos, existe un flujo constante y creciente de migrantes hacia los Estados Unidos de América, fenómeno que es difícil de documentar debido a que la migración es mayormente ilegal.

La población mexicana es predominantemente urbana. Un 74% vive en localidades con más de 2 500 habitantes y sólo 26% en comunidades menores¹. En el Distrito Federal, Nuevo León y Baja California la población urbana es superior al 90%, mientras que en los estados de Hidalgo, Chiapas y Oaxaca, más del 50% de la población habita en localidades rurales (INEGI, 1996).

Sin lugar a dudas, la migración de la población rural tiene una amplia repercusión sobre la continuidad biológica de los recursos genéticos vegetales, por diversas razones, entre las que destacan la pérdida de propágulos y del conocimiento generado en torno a ellos, que ha permitido su utilización por múltiples generaciones. Tal situación pone en alto riesgo a estos recursos biológicos. Quizá habría que analizar los factores de riesgo de la agricultura (sequía, heladas, enfermedades, plagas, precios de venta, seguridad en la tenencia de la tierra, etc.) y tratar de reorientar el apoyo al campo, fomentar su desarrollo y el de la agroindustria, crear empleos permanentes, y con ello reducir el abandono de tierras agrícolas y revertir la tendencia de crecimiento de las grandes ciudades.

Población indígena

Aunado a la enorme variación de las condiciones naturales descritas anteriormente, México ha sido también un país pluriétnico y pluricultural desde sus orígenes. Así, hoy día existen 81 grupos étnicos, que representan 6.8% de la población mayor de cinco años en el país (INEGI, 1995). Estos pueblos en su lucha por la sobrevivencia, a lo largo de la historia han desempeñado un papel muy importante en la domesticación y conservación de especies, en la generación y desarrollo de sistemas propios de producción, en la utilización de los recursos fitogenéticos y en el desarrollo de las especies cultivadas que hoy conocemos. Los estados con mayor porcentaje de población indígena son también áreas de amplia diversidad biológica, como ocurre con Yucatán, Oaxaca, Quintana Roo, Chiapas, Hidalgo y Campeche. La distribución de los grupos indígenas a lo largo del territorio nacional se muestra en la Figura 1.6, en donde se puede observar que la mayor cantidad de grupos indígenas se localiza en el sur y sureste del país, ya que sólo en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas se encuentran 27 etnias bien diferenciadas (INI, 1978). Si la diversidad étnica es amplia, la diversidad cultural es todavía más abundante, pues se sabe que cada una de las lenguas indígenas se subdivide en un buen número de variantes, por citar algunos ejemplos, como el mixteco con 24 variantes; chinanteco con 14 variantes; y zapoteco con 42 variantes. Todos ellos poseen un enorme acervo inexplorado de conocimientos sobre el aprovechamiento de los recursos naturales, que no se encuentran suficientemente documentados a la fecha (INI, 1978).

Alfabetismo

Según cifras reportadas por INEGI, en 1995, el 89.3% de la población mexicana era alfabetada, en tanto que el resto, equivalente a 6.2 millones de personas, son analfabetas. De acuerdo con la UNESCO, (citado por INEGI, 1995), una región es considerada alfabetada cuando el porcentaje de alfabetización es superior o cercano a 95% de la población; de esta manera, hoy día sólo 6 entidades federativas del país pueden considerarse alfabetadas: Distrito Federal (96.9%), Nuevo León (96.1%), Baja California (95.8%), Coahuila (95.0%), Baja California Sur (95.0%) y Sonora (94.9%). En contraste, los estados con menor índice de alfabetización son Chiapas (73.8%), Guerrero (76.0%) y Oaxaca (76.8%), entidades que, como se ha mencionado, tienen un alto porcentaje de población rural, a la vez que una gran riqueza florística.

TENENCIA DE LA TIERRA

Las formas actuales de tenencia de la tierra en México tiene sus orígenes en la Revolución Mexicana de 1910, una de cuyas mayores realizaciones fue la inclusión del Artículo 27 en la Constitución de 1917, y que dio sustento al reparto agrario en las formas de tenencia de la tierra que hoy conocemos (propiedad privada, ejidal, comunal y pública). Una de las peculiaridades que quedaron plasmadas en este artículo, como respuesta a las demandas de los campesinos, fue la dotación de tierras en forma de ejidos,

¹ El Censo de Población y Vivienda considera como población rural a la que vive en localidades con menos de 2 500 habitantes.

asegurando la permanencia del derecho de explotación, mediante el carácter de inalienable, inembargable e imprescriptible.

Sin embargo, con la agudización de la crisis agrícola de finales de los ochenta y las presiones del exterior, como consecuencia de las negociaciones del Tratado de Libre Comercio (TLC), se hizo urgente la necesidad de elevar la productividad del sector agropecuario. A partir de la premisa de que la estructura de tenencia era una camisa de fuerza para el desarrollo agrícola, se reformó, el 6 de enero de 1992, el Artículo 27 Constitucional, con lo que se otorga rango constitucional al ejido, se reconoce a la asamblea como su órgano supremo y la facultad para determinar el destino de sus tierras, buscando con ello revertir el minifundio del campo mexicano y abrir la posibilidad de asociación e inversiones para el mejor aprovechamiento de la tierra. A pesar de estas modificaciones, hasta la fecha, este cambio en la política agraria parece no haber tenido el resultado esperado.

La tenencia de las tierras de uso agropecuario se distribuyen de la forma siguiente: 66% de la superficie es de propiedad privada, 31% son tierras ejidales y el 3% restante corresponde a colonias agropecuarias, comunidades agrarias y terrenos de uso federal (Figura 1.7). Las unidades de producción privadas tienen un promedio de 50.81 hectáreas, mientras que las unidades de producción ejidales son de 11.72 hectáreas en promedio (Cuadro 1.1A). El 58% de las unidades ejidales son menores de 5 hectáreas. A esta condición de minifundio se suma el fraccionamiento de las unidades de producción, cuyo promedio nacional es de 2 fracciones por unidad de producción en los ejidos del país que ya pasaron por el proceso de certificación (Artis, 1997).



Figura 1.6. Distribución de los grupos indígenas de México.
Fuente: Instituto Nacional Indigenista, 1978.

El minifundio¹ y el fraccionamiento de las unidades de producción, son factores que limitan el uso eficiente de insumos tecnológicos y maquinaria agrícola; aunque, en contraparte, en estas áreas se dispone de diversidad de conocimientos relativos al manejo racional de los recursos naturales, entre los que se encuentran algunos sistemas de producción eficientes y sustentables, en los que es frecuente la utilización de dos o más especies vegetales.

USO DEL SUELO

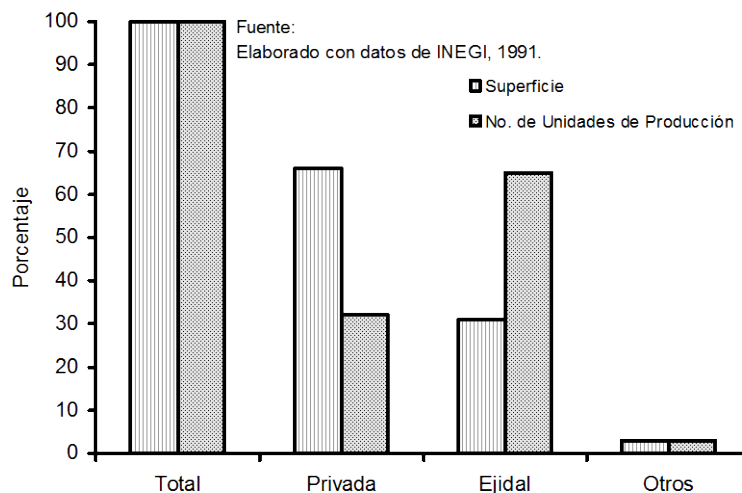


Figura 1.7. Distribución de la superficie de suelo de uso agropecuario por tipo de tenencia. INEGI, 1991.

Los 195.8 millones de hectáreas que conforman el territorio mexicano, se pueden clasificar por el uso potencial del suelo en la siguiente forma: 24 millones de hectáreas (12%) son aptas para la agricultura, 105 millones (54%) para la ganadería, 50 millones (26%) para la actividad forestal y los 16.8 millones (8%) restantes se destinan a usos diversos (Figura 1.8) (www.inegi.gob.mx).

Estos datos muestran que sólo un pequeño porcentaje del suelo disponible se destina a la agricultura; en tanto que, existe una mayor proporción de suelos aptos para actividades ganaderas y forestales, en donde seguramente se encuentra mucha de la diversidad genética con posible uso potencial.

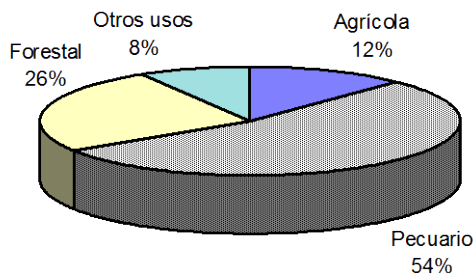


Figura 1.8. Uso del suelo en México

¹ Minifundio: Unidad de producción que por su tamaño y características productivas no cubre las necesidades básicas de una familia.

AGRICULTURA

Al igual que el clima y la fisiografía, la agricultura en México es sumamente diversa, ya que se cultivan especies de clima tropical, templado y frío. La agricultura preponderante es de temporal, con aproximadamente 75% de la superficie total cultivada; en tanto que, la superficie bajo riego representa alrededor de 25% de la superficie cultivada total (Cuadro 1.3).

De la superficie agrícola del país (Cuadro 1.3), 79% es ocupada con cultivos anuales y 21% con cultivos perennes. Del área ocupada con especies anuales tres cuartas partes son cultivadas en condiciones de temporal y sólo una cuarta parte depende del riego.

Cuadro 1.3. Superficie sembrada y cosechada en México en 1996.

Cultivos	Superficie sembrada (ha)			Superficie cosechada (ha)		
	Temporal	Riego	Total	Temporal	Riego	Total
Anuales	12 934 609	3 850 173	16 784 782	11 952 838	3 779 968	15 732 805
Perennes	3 270 092	1 284 068	4 554 161	3 059 370	1 188 828	4 248 198
Total	16 204 701	5 134 241	21 338 943	15 012 208	4 968 796	19 981 003

Fuente: INEGI, 1998.

La diversidad climática, edáfica, ecológica y cultural ha permitido que la superficie agrícola del país sea cultivada con 259 especies de importancia económica (SAGAR, 1993; SAGAR, 1994; SAGAR, 95) (Cuadro 1.3A). De este grupo de plantas cultivadas de importancia económica 150 son anuales y 109 perennes, cifras que corresponden a 57.9 y 42.1% del total de especies cultivadas; y una cuarta parte, aproximadamente, corresponde a especies nativas de Centroamérica y México (Cuadro 1.4). Información más amplia a este respecto se presenta en el Capítulo II. Recursos Fitogenéticos Autóctonos.

Cuadro 1.4. Cultivos nativos de Centroamérica y México de importancia económica actual.

CULTIVOS ANUALES		CULTIVOS PERENNES	
Algodón hueso	Jicama	Agave mezcalero	Mamey
Amaranto	Maíz	Agave tequilero	Marañón
Calabaza	Nardo	Aguacate	Nanche
Camote	Oregano	Anona	Nochebuena
Chayote	Pápalo	Arrayán	Nopal forrajero
Chía	Pipián	Cacao	Nopal tunero
Chilacayote	Pipicha	Capulín	Nopalitos
Chile manzano	Quelite	Ciruela mexicana	Nuez encarcelada
Chile morrón	Romerito	Chirimoya	Papaya
Chile perón	Romero	Granada china	Pimienta gorda
Chile seco	Tomate rojo	Guaje	Piñón
Chile verde	Tomate verde	Guanábana	Pitahaya
Ejote	Verdolaga	Guayaba	Tejocote
Elote	Yuca alimenticia	Henequén	Vainilla
Epazote	Zempoalxóchiltl	Jojoba	Zapote chico
Frijol		Leucaena	Zapote negro
		Magüey pulquero	

La superficie cosechada y monto de la producción obtenida de estos cultivos se muestra en el Cuadro 1.5, en donde es posible apreciar que tanto la producción como la superficie cultivada con 10 especies representan aproximadamente 90% del total en ambos conceptos. También, es evidente que sólo el maíz y el frijol, que son especies nativas de México, ocupan 60.5% de la superficie nacional, cuya producción representa 17% del total nacional. Estas cifras muestran la importancia económica y social que estos recursos genéticos tienen para la agricultura del país.

Cuadro 1.5. Superficie y producción de cultivos de mayor importancia agrícola en México, 1997¹.

Cultivo	Superficie cosechada (miles de ha)	Porcentaje	Producción (miles de ton)	Porcentaje
Maíz	7 392.7	48.32	18 085.4	16.37
Sorgo	1 868.0	12.21	5 793.2	5.24
Frijol	1 621.2	10.60	952.9	0.86
Trigo	799.9	5.23	3639	3.29
Café cereza	692.8	4.53	1 827.2	1.65
Caña de azúcar	619.9	4.05	44 833.4	40.57
Naranja	306.8	2.01	3917.9	3.55
Alfalfa verde	278.2	1.82	20 338.8	18.41
Cebada	255.1	1.67	531.5	0.48
Algodón hueso	197.2	1.29	597.2	0.54
Copra	165.8	1.08	215.4	0.19
Mango	148.9	0.97	1 492.3	1.35
Soya	119.0	0.78	175.9	0.16
Arroz	113.2	0.74	464.9	0.42
Chile	109.2	0.71	1 309.9	1.19
Cártamo	97.1	0.63	163.9	0.15
Limón	96.5	0.63	1 005.3	0.91
Cacao	84.2	0.55	45.9	0.04
Aguacate	81.1	0.53	760.4	0.69
Tomate rojo	71.5	0.47	1 908.6	1.73
Plátano	67.7	0.44	1678	1.52
Manzana	62.5	0.41	639.9	0.58
Ajonjolí	43.4	0.28	22.3	0.02
Fresa	6.1	0.04	97.8	0.09
TOTAL	15 298	100	110 497	100

¹ Datos preliminares

Fuente: SAGAR, 1998. Consultado en <http://www.sagar.gob.mx>

Otro dato significativo acerca de las especies nativas importantes para la agricultura nacional, es que seis de estas especies, maíz, frijol, algodón, chile, cacao, aguacate y jitomate, se encuentran entre los 20 cultivos de mayor importancia nacional, y en conjunto cubren aproximadamente el 58% de la superficie, aunque en algunos casos la semilla o propágulos cultivados son de importación.

Pese a su importancia agrícola y social, estas especies contribuyen sólo con 55% del valor de la producción; mientras que hortalizas y frutas, que son cultivadas únicamente en 6% de la superficie agrícola, aportan 23% del valor bruto de la producción. Estos factores han influido en el establecimiento de las políticas de apoyo a cultivos de alta rentabilidad en zonas ecológicas favorables, con fines de exportación, substituyendo la producción de cultivos básicos como maíz, frijol, trigo y arroz (Ramírez et al., 1991).

Por lo que respecta a la estacionalidad de la producción, la mayor parte de la actividad agrícola se realiza en el ciclo primavera-verano, ya que 62% de la superficie, es decir 21 millones de hectáreas, son cultivadas durante este ciclo, y 17% los son en el ciclo otoño-invierno. Debido a que la precipitación pluvial en el país ocurre principalmente durante los meses de junio a septiembre, la actividad agrícola se concentra en el período primavera-verano, además, las temperaturas mínimas que ocurren en algunas regiones del país contribuyen a limitar los ciclos de crecimiento a un período de 6 a 7 meses.

Adicionalmente, se realizan actividades agrícolas en el período otoño-invierno, sobre todo en las áreas donde la temperatura y la disponibilidad de agua no son limitantes, como en las costas del Golfo de México y del Pacífico, así como en algunas zonas de clima tropical localizadas en el interior de la república.

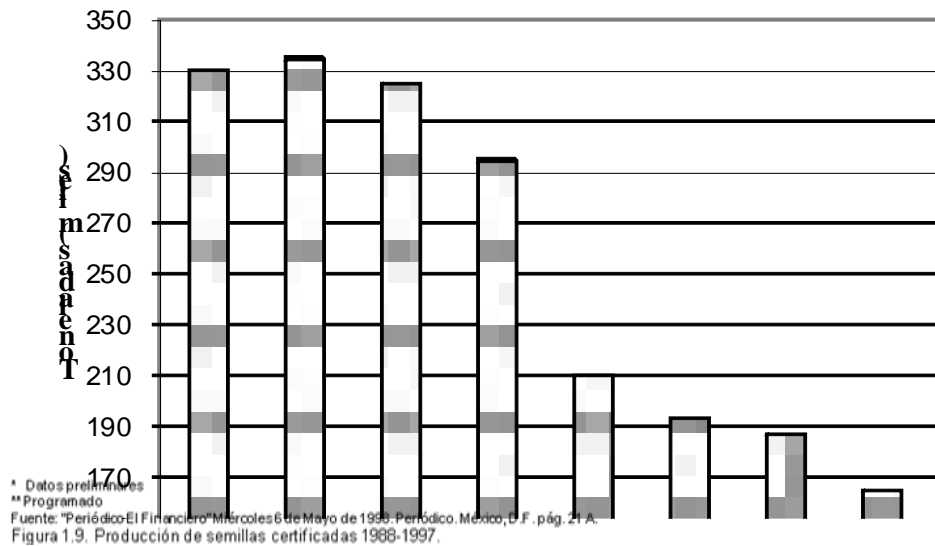
MEJORAMIENTO GENÉTICO Y SUMINISTRO DE SEMILLAS

En México, las actividades de mejoramiento genético están encaminadas principalmente a incrementar la productividad, calidad y adaptabilidad de las especies cultivadas. Esta tarea fue inicialmente desarrollada por el actual Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y entidades predecesoras; sin embargo, universidades e institutos de enseñanza e investigación nacionales, como la Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio de Posgraduados, la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad de Guadalajara y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) como institución internacional, entre otras instituciones de investigación y enseñanza, también practican fitomejoramiento en diversas especies cultivadas.

Una idea aproximada de la importancia relativa de las especies cultivadas, en función de la atención que se les dedica en la investigación en México, puede inferirse a partir del número de reportes de investigación presentados en los congresos organizados por la Sociedad Mexicana de Fitogenética (SOMEFI), en la que se agrupa un alto porcentaje de los investigadores dedicados al mejoramiento de especies cultivadas en México. A partir de las cifras de tres congresos realizados entre 1986 y 1990 se tiene que el 50% de las investigaciones presentadas se realizaron en maíz, sorgo, trigo, girasol, papa, algodón y soya; 11% en durazno, aguacate, manzano, nopal, vid, nogal, cítricos y pino; el restante 29% comprendió otros cultivos y frutales. Estas cifras denotan que un gran número de especies de importancia económica nativas e introducidas no son materia de la investigación dirigida al mejoramiento y, por consiguiente, el aprovechamiento de los recursos fitogenéticos de estas especies es subaprovechado. Las actividades de mejoramiento serán discutidas con mayor detalle en el capítulo IV. Aprovechamiento de los Recursos Fitogenéticos.

La legislación para la producción, certificación y comercio de semillas mejoradas en México comenzó en la década de 1960, cuando las instituciones oficiales monopolizaban en amplia proporción, la generación de variedades mejoradas, así como la producción, distribución y venta de semilla de variedades mejoradas. Posteriormente, con la Ley de 1991 y la Ley Federal de Variedades Vegetales, promulgada en octubre de 1996, se dio oportunidad a las empresas privadas de participar e invertir en estas áreas, en igualdad de condiciones con la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), que son las instituciones oficiales encargadas de la producción e investigación en semillas, respectivamente.

Los cambios en la reglamentación, aunado a otros factores del mercado coincidieron en un descenso en la producción de 1992 a 1996, con una ligera recuperación de 1996 a 1997 (Figura 1.9). Actualmente, en contraste con años anteriores, la producción de semillas es realizada casi en su totalidad por el sector privado, ya que en la producción de semillas certificadas, el sector privado participa con 74%; el sector social (organizaciones de agricultores) con 16%, y el sector oficial con sólo 10% (Periódico El Financiero, Mayo 6 de 1998).



La producción de semillas en México se realiza tanto en el ciclo primavera-verano como en el otoño-invierno (Cuadro 1.6). Se produce semilla de 24 especies diferentes de cereales, hortalizas, leguminosas para grano y cultivos industriales y de usos especiales. Con base en la información de producción de los ciclos otoño-invierno 1995-96 y primavera-verano 1996 los mayores volúmenes de producción, en orden decreciente, corresponden a trigo, maíz, cebada, papa, garbanzo, arroz, sorgo para grano, avena, frijol, cártamo y soya. Además, se produce semilla de chile, jitomate, tomatillo y otras hortalizas de alto valor comercial. El número de especies con producción de semilla certificada representa sólo 10% del número total de especies de importancia agrícola en el país, algo de propágulos de plantas de reproducción asexual se reproduce en viveros comerciales, pero seguramente en la mayoría de estos cultivos la producción comercial descansa en la semilla y propágulos locales y nativos conservados por los propios agricultores.

Cuadro. 1.6. Producción de semilla certificada (ton) en México.

Cultivo/ Ciclo	O-I 93/94	P-V 94/94	O-I 94/95	P-V 95/95	O-I 95/96	P-V 96/96
Ajonjolí						0.27*
Algodón		1 062.20		411.57		0.00
Arroz		2 867.00		1 357.00	599.10	2 550.95
Avena	5 175.80		1 285.20		2 222.39	18.00
Cacahuete						0.039**
Calabacita					0.49	0.95
Cártamo			256.80		1 320.00	
Cebada	11 923.20		12 821.20		11 463.39	
Chile	3.50	5.90		3.26		3.85
Frijol	5 129.10	1 082.04	12 262.00	188.09	1 671.40	248.81
Garbanzo	472.40		1 411.10		3 932.91	
Haba						2 2.00**
Jitomate				0.01		

Cultivo/ Ciclo	O-I 93/94	P-V 94/94	O-I 94/95	P-V 95/95	O-I 95/96	P-V 96/96
Maíz	19 267.20	7 432.28	11 993.40	2 554.57	8 524.48	10 108.60
Melón				1.61		1.04
Papa	7 763.50	19 101.70	3 342.90	57.13	450.00	4 679.82
Pepino						0.50
Sandía						15.15
Sorgo escobero						37.56
Sorgo forrajero		57.50	71.50	3.54	2.82	
Sorgo grano	304.70		3 663.40	54.25	1 290.35	1 178.72
Soya		3 129.50		1 604.75		563.00
Tomate verde				0.91		1 178.72
Tomate (Lycopersicum esculentum)						0.17
Trigo	86 915.86	2 140.00	57 855.50	439.74	67 374.20	1 391.26
Triticale					7.90	
Total	136 955.26	36 878.12	104 963.00	6 676.42	98 859.40	21 977.09

* Semilla categoría Registrada

O-I Ciclo Otoño- Invierno

** Semilla categoría Básica

P-V Ciclo Primavera- Verano

Fuente: Elaborado con datos proporcionados por SNICS.

Sin embargo, las necesidades internas de semillas mejoradas no son satisfechas del todo, por lo que es necesario importar semilla. Estas importaciones ascendieron, en el periodo de 1992 a 1996, a 97 449 toneladas métricas en promedio por año, con un valor de 68.7 millones de dólares, tan sólo de los Estados Unidos (<http://www2.hqnet.usda.gov/nass>). En este periodo, entre los cultivos de mayor demanda de semilla importada, estuvo la soya, con una cantidad de 23 158 toneladas métricas y un valor de 6 076 miles de dólares. Otros cultivos que se destacan son algodón, alfalfa, pastos forrajeros, girasol, cebolla, melón, calabacita, pimiento y zanahoria. Mayor información acerca de las especies y cantidades de semilla importada de los Estados Unidos se encuentra en el Cuadro 1.2A del Apéndice. Aún cuando se tiene información no documentada de importaciones de semilla de países de América Latina como Brasil, y de diversos países de Europa, no fue posible encontrar información fidedigna sobre el particular.

Cuadro 1.7. Superficie sembrada (ha) con semilla mejorada en las entidades federativas.

Estado	Superficie Sembrada Total (ha)	Superficie Sembrada con Semilla mejorada (ha)	Porcentaje
Aguascalientes ¹⁾	140 875	30 381	21.5
Baja California Sur ¹⁾	56 215	47 909	85.2
Baja California ¹⁾	244 328	186 360	76.3
Campeche ²⁾	147 583	72 791	49.3
Chiapas ⁴⁾	1 390 444	n.d.	n.d.
Chihuahua ¹⁾	948 653	651 099	68.6
Coahuila ¹⁾	305 150	139 299	45.6
Colima ⁴⁾	165 685	141 094	85.2
Distrito Federal ⁴⁾	25 358	7 004	27.6
Durango ¹⁾	640 908	190 258	29.7
Guanajuato ¹⁾	953 699	619 818	64.9
Guerrero ⁴⁾	780 809	124 902	16.0
Hidalgo ³⁾	478 280	301 865	63.1
Jalisco ²⁾	1 316 542	824 847	62.6

Estado	Superficie Sembrada Total (ha)	Superficie Sembrada con Semilla mejorada (ha)	Porcentaje
México ⁵⁾	765 145	n.d.	n.d.
Michoacán ¹⁾	876 117	532 197	60.7
Morelos ²⁾	107 220	102 746	95.8
Nayarit ¹⁾	340 001	320 918	94.4
Nuevo León ⁴⁾	367 575	n.d.	n.d.
Oaxaca ⁴⁾	1 111 851	n.d.	n.d.
Puebla ³⁾	930 605	83 830	9.0
Quintana Roo ¹⁾	116 173	31 873	27.4
Querétaro ⁴⁾	170 812	49 373	28.9
San Luis Potosí ¹⁾	661 524	378 484	57.2
Sinaloa ⁴⁾	1 237 603	992 576	80.2
Sonora ²⁾	723 127	634 617	87.7
Tabasco ²⁾	282 442	24 610	8.7
Tamaulipas ¹⁾	1 592 858	1 491 844	93.6
Tlaxcala ²⁾	243 983	95 905	39.3
Veracruz ⁴⁾	827 844	155 111	18.7
Yucatán ³⁾	760 594	12 106	1.6
Zacatecas ²⁾	1 184 384	119 574	10.1

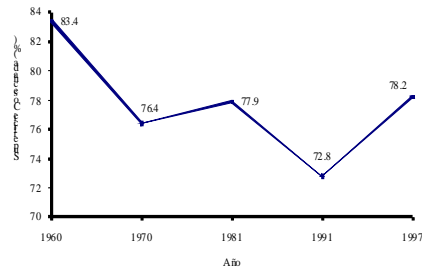
Fuente: ¹⁾ INEGI .1996. Anuario Estadístico de los Estados (datos de 1991)
²⁾ INEGI. 1995. Anuario Estadístico de los Estados (datos de 1993/1994)
³⁾ INEGI. 1993. Anuario Estadístico de los Estados (datos de 1991-1992)
⁴⁾ INEGI. 1997. Anuario Estadístico de los Estados (datos de 1995/1996)
⁵⁾ INEGI. 1994. Anuario Estadístico de los Estados (datos de 1991)

Con la información disponible proveniente de diferentes años se elaboró el Cuadro 1.7, en éste se consigna que la proporción en el uso de semillas mejoradas no es similar para todo el país. En algunos estados en donde predomina la agricultura comercial como Sonora y Tamaulipas, la superficie cultivada con semillas mejoradas es del orden de 88 y 94%, respectivamente: En contraste, en regiones donde predominan sistemas de producción tradicionales y de subsistencia, el uso de semilla mejorada es menor a 30%, entre los ejemplos más notables de esta situación se encuentran los estados de Puebla, Tabasco y Yucatán. En estas entidades los agricultores dependen mayormente de los recursos genéticos regionales o locales, así como del conocimiento acumulado y plasmado en sus sistemas tradicionales de producción, que aunque requieren el uso extensivo de mano de obra, permiten aprovechar con mayor eficiencia los recursos naturales y económicos disponibles para la agricultura.

TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Tendencias en la producción de cultivos básicos

La superficie cosechada de los cultivos básicos arroz, frijol, maíz y trigo fue de 9 926 957 hectáreas en 1997, lo que significó una ligera recuperación respecto a la tendencia que se observó a partir de 1960, ya que el porcentaje ocupado con este grupo de cultivos respecto a la superficie total cultivada, se redujo 10.6% en un período de 30 años, con una ligera recuperación en 1997 (Figura 1.10). El aumento en la superficie cosechada con cultivos básicos en los últimos años podría ser el resultado de los programas gubernamentales instrumentados para incrementar la producción; sin embargo, ésta es aún insuficiente para cubrir la demanda del país.



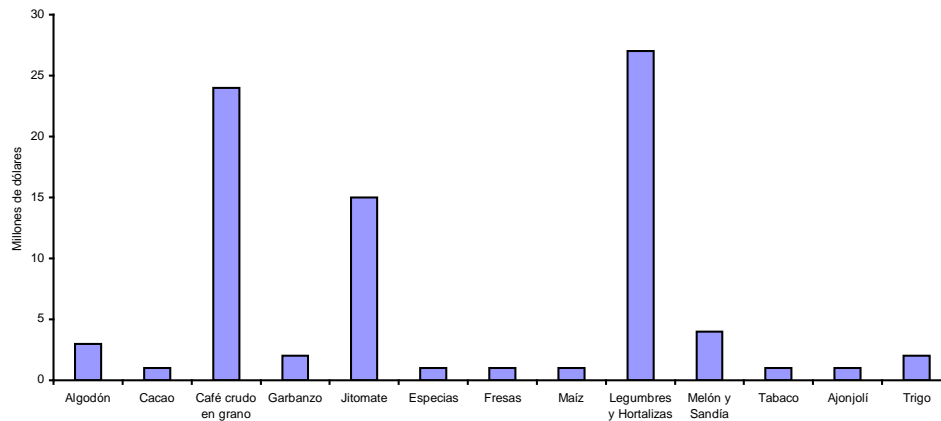
Fuente: Ramírez et al., 1991, modificada con la inclusión de datos de 1997, obtenidos de SAGAR, 1998. Consultados en <http://www.sagar.gob.mx>

Figura 1.10. Superficie relativa cosechada con cultivos básicos en México en el período 1960-1997.

Adicionalmente, hay una tendencia a la reconversión de cultivos tradicionales por cultivos potenciales y con demanda en el extranjero, como en el caso de las tierras plataneras en el Estado de Veracruz (Diario El Financiero, 1998), donde las plantaciones están siendo substituidas por plantaciones de jamaica y las de mango manila por caña de azúcar y plátano macho. En las zonas marginales, con posibilidad de riego en pequeña escala, se está optando por cultivos de alto valor comercial como las hortalizas en substitución de sistemas de producción y cultivares nativos. Adicionalmente, en áreas de alta productividad se está incrementando el uso de variedades mejoradas, normalmente, con bases genéticas estrechas, con las que se substituyen los cultivares nativos. Estas acciones inciden directamente sobre la persistencia e integridad biológica de los recursos fitogenéticos, con lo que se acelera la erosión genética.

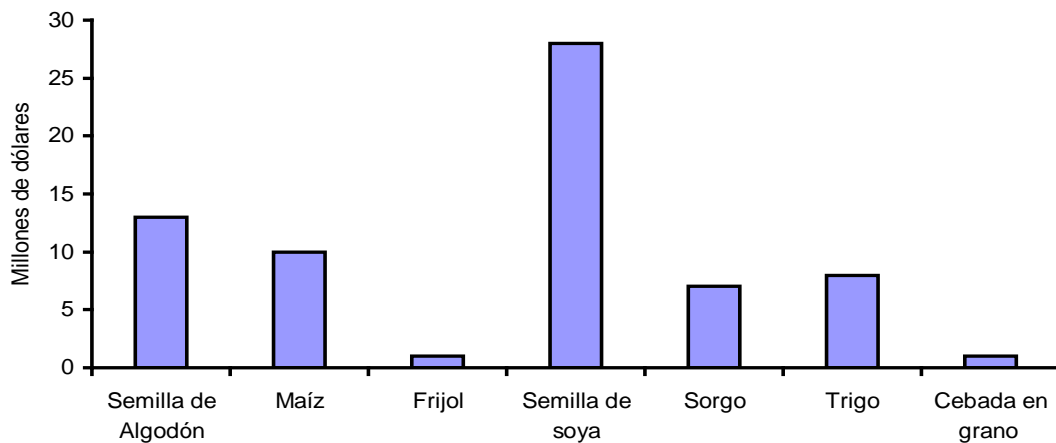
Comercio exterior

Las exportaciones de productos agrícolas en 1997 alcanzaron un valor de 3 400 millones de dólares. Los productos que son exportados mayormente son café, jitomate, legumbres y hortalizas, otras frutas frescas, melón, sandía y algodón (Figura 1.11). Los principales productos agrícolas importados fueron maíz, frijol, trigo, sorgo, soya y algodón con un valor de 3 659 millones de dólares (Figura 1.12). Por lo tanto, la balanza de pagos en productos agropecuarios resultó desfavorable en 250 millones de dólares (SAGAR, 1998), pese a que, sin duda, varios de los productos importados podrían ser producidos en el país.



Fuente: Elaborado con datos obtenidos de SAGAR, 1998.

Figura 1.11. Exportaciones agrícolas de México en 1997



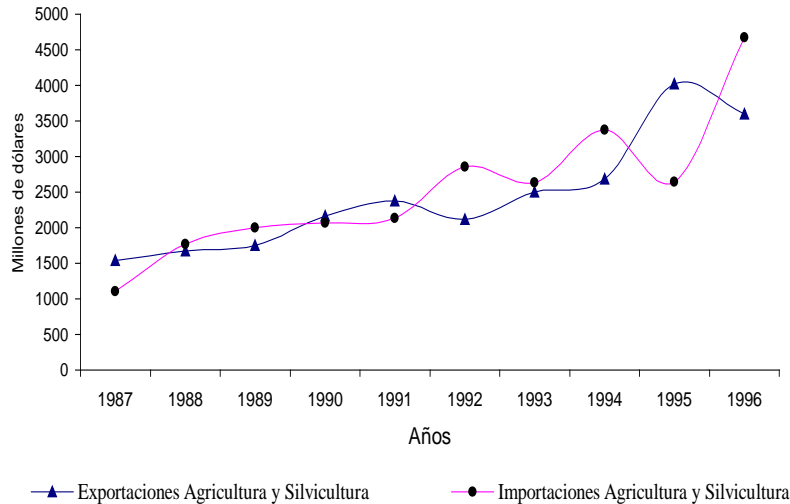
Fuente: Elaborado con datos obtenidos de SAGAR, 1998.

Figura 1.12. Importaciones agrícolas de México en 1997

De la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC) en 1994 a 1997, el comercio bilateral agropecuario con Canadá ha aumentado 81%, el cual se espera continúe creciendo a tasas aceleradas durante los próximos años, debido a que México representa para Canadá una fuente de productos tropicales y semitropicales de gran demanda en ese país (Funtek, 1998).

En 1997 las exportaciones de frutas y hortalizas representaron 57% de los ingresos del sector agrícola y silvícola (Banco de México, 1997). Los cultivos de tomate, pepino, pimiento, calabaza, chile, cebolla, ajo, berenjena, mango, guayaba, sandía y limón persa son los de mayor importancia. Otras especies con gran potencial para exportación comprenden flores y frutos exóticos, como el litchi (Marvella, 1998), tunas y frutillas, por mencionar algunos ejemplos. En este sentido, numerosos recursos fitogenéticos tropicales y del desierto, endémicos en México, podrían ser útiles como bienes de exportación, aunque es necesario tener en cuenta el aprovechamiento racional de estos recursos, que permitan su conservación y su mejoramiento. La introducción de especies también podría ser útil para incrementar la competitividad en productos agrícolas.

La balanza comercial es negativa para México (Figura 1.13); pues tan solo las importaciones agrícolas procedentes de Estados Unidos aumentaron de 81 a 85% en el ciclo 1996-1997, y se espera que esta tendencia se mantenga para el ciclo 1998-1999 (Periódico El Financiero, 1998) debido, entre otras causas, a la sequía que ha afectado al país. Entre las especies que más se importan figuran la soya y la fibra de algodón de las que en 1997 se importaron 4 002 millones de toneladas, todas provenientes de Estados Unidos, que es el principal proveedor de productos agrícolas para México (Periódico El Financiero, 1998).



Fuente: Elaborado con datos de Banco de México citado en Tercer Informe de Gobierno. 1997.
Figura 1.13. Exportaciones e importaciones de productos agrícolas y silvícolas (1987-1996).

POLÍTICA AGRÍCOLA Y RECURSOS FITOGENÉTICOS

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 contemplaba que la planeación y ejecución de las acciones gubernamentales deberían realizarse considerando como premisa básica que los recursos naturales conforman una reserva estratégica fundamental para la soberanía nacional y el desarrollo integral del país.

Con el fin de precisar las tareas del quehacer ecológico, en el Plan 1989-1994 se establecieron varios propósitos, entre ellos el de conservar y usar adecuadamente los recursos naturales. A tal efecto, se orientaron acciones para fomentar el desarrollo de opciones de manejo y aprovechamiento racional de los ecosistemas; consolidar el Sistema de Áreas Naturales Protegidas; diversificar el aprovechamiento, fomentando el uso racional de la flora silvestre mediante técnicas y métodos adecuados de reproducción, propagación y manejo; establecer y operar criaderos, viveros, estaciones de vida silvestre, centros de decomisos y jardines botánicos de flora silvestre; y elaborar estudios para la conservación y recuperación de especies raras, en peligro de extinción y las sujetas a aprovechamiento.

Aunque el término "recursos fitogenéticos" no está incluido de manera explícita en el Plan 1989-1994, sí se considera la búsqueda de una mayor suficiencia alimentaria mediante acciones encaminadas al aumento de la producción de maíz, trigo, frijol, arroz, azúcar y semillas oleaginosas y, por otra parte, impulsar la producción de productos de exportación y todos aquellos en que se tengan ventajas comparativas que permitan fortalecer la balanza comercial agropecuaria.

En el Plan de Desarrollo 1995-2000 se asume el reto de aprovechar, de manera plena y sustentable, los recursos naturales como condición básica para superar la pobreza, cuidando el ambiente y los recursos naturales a partir de una reorientación de los patrones de consumo y un cumplimiento efectivo de las leyes. El Plan declara buscar un equilibrio entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de tal forma que se logren detener los procesos de deterioro ambiental.

Aun cuando en ambos planes de desarrollo se reconoció la importancia de los recursos naturales y se definieron acciones orientadas hacia su mejor aprovechamiento, las actividades específicas en torno a los recursos fitogenéticos, que constituyen quizá los recursos naturales aprovechables que requieren de mayor y más pronta atención, siguen siendo escasas, faltas de recursos, difusas, imprecisas y sin coordinación; ya que hasta el momento no se han definido políticas, estrategias y prioridades para

promover el estudio, conservación y aprovechamiento racional y ordenado de los recursos fitogenéticos del país.

En cuanto a las políticas de investigación agrícola, Ortíz (1985) hizo planteamientos que continúan siendo válidos en la actualidad. Entre ellos figura el hecho de que las iniciativas de investigación en México han sido producto de inquietudes personales de los investigadores, quienes desempeñan sus funciones en determinadas regiones del país, y que interpretan y entienden la problemática rural de esas regiones de manera muy particular y subjetiva, ya que se carece, casi completamente, de un marco de referencia, de un diagnóstico de la problemática y de una definición de las prioridades de los problemas existentes en el ámbito nacional y regional.

Ortíz (1985) señaló que bajo estas circunstancias, la investigación agrícola en general, y en particular la concerniente a los recursos fitogenéticos, que se desarrolla en diferentes instituciones del país, ha generado sin duda contribuciones importantes para la agricultura mexicana; sin embargo, la falta de una política definida para el desarrollo científico y tecnológico explica, en gran parte, el desequilibrio de los enfoques de la investigación, su dispersión y la desvinculación entre la investigación básica y la tecnológica.

Por ello, y ante la pérdida de recursos fitogenéticos debida a la movilización incontrolada y la erosión genética a que estos recursos están sometidos, y la polémica que su apropiación genera, cada día se hace más urgente considerar seriamente el ámbito de la producción agrícola nacional, para que a partir de este punto se puedan definir políticas que permitan satisfacer las necesidades de alimentos y garanticen la conservación de estos recursos.

La investigación agrícola debe reconocer como marco de referencia esencial, a los aspectos que configuran el mosaico ecológico, económico, social y cultural del país; debe nutrirse del conocimiento generado por los antiguos y actuales mexicanos que han practicado la agricultura; y debe estimar en todo su valor ese conocimiento empírico que ha hecho posible plantear alternativas genuinas a los problemas de producción agrícola, que ha sido generado a través de muchos años de prueba y error, y, que sin duda, ha permitido al productor el aprovechamiento de los recursos de que dispone con fines productivos para satisfacer sus necesidades inmediatas Ortíz (1985).

La investigación relacionada con el estudio, conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos hasta hace pocos años fue realizada principalmente por el INIFAP, que es una institución que por su naturaleza y trayectoria ha hecho importantes contribuciones sobre estos aspectos; empero, en años recientes diferentes instituciones de investigación y enseñanza, principalmente universidades y tecnológicos, ubicadas a lo largo del país, han realizado investigaciones sobre recursos fitogenéticos, lo que ha ampliado el número de entidades involucradas en el estudio de estos estratégicos recursos naturales. Los Capítulos III y IV de este volumen, proporcionan información sobre dichas instituciones. Hay que apuntar, no obstante, que estas actividades se dan a menudo en forma aislada, dispersa, inconexa, frecuentemente con recursos limitados, y en atención a iniciativas individuales. Aunque hoy en día varios de estos proyectos de investigación cuentan con apoyo financiero de agencias nacionales, como el CONACYT y CONABIO, no se visualiza con claridad una política nacional sobre la materia. Adicionalmente, investigadores extranjeros e instituciones internacionales han hecho importantes aportaciones al conocimiento de los recursos fitogenéticos mexicanos.

En virtud de que hasta el momento no se cuenta con un organismo rector de las acciones internas, que a la vez sea el punto focal sobre la materia ante instituciones internacionales y nacionales, que promueva, coordine, oriente y asesore estas acciones, resulta indispensable y urgente la creación de un **SISTEMA MEXICANO DE RECURSOS FITOGENÉTICOS**, que estaría integrada por las instituciones y organizaciones públicas y privadas vinculadas con el estudio, la conservación y el aprovechamiento.

Esta instancia, pudiera depender de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) dado el ámbito de utilización de los recursos genéticos vegetales y coordinar sus acciones con otras instancias gubernamentales encargadas del estudio y conservación de la biodiversidad. Al mismo tiempo

sería el gestor de financiamiento y acciones específicas ante organismos internacionales y el gobierno mexicano.

Este sistema ayudaría a establecer políticas, definir prioridades y dirigir acciones, en forma decidida y congruente, como parte de una política de estado, como ha sido considerada por países como Costa Rica y Brasil, aunque respetando las peculiaridades y prioridades nacionales, para el aprovechamiento y conservación de los recursos fitogenéticos. Bajo la premisa de que estos recursos son elementos valiosos y estratégicos para el desarrollo agrícola del país. De otra manera la nación deberá enfrentar la responsabilidad de la pérdida de sus recursos fitogenéticos, y del conocimiento y cultura asociados, ante las generaciones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Artís E., G. 1997.** Minifundio y fraccionamiento de la tierra ejidal parcelada. Estudios Agrarios 8: 11-31.
- Consejo Nacional Agropecuario. 1991.** Estadísticas Básicas del Sector Agropecuario 1981-1990, 10 años de actividad agropecuaria en México. Departamento de Estudios económicos del Consejo Nacional Agropecuario. México. Pág. 64-65.
- El Financiero. 1998.** Sigilosa reconversión de cultivos tradicionales. Periódico El Financiero Lunes 23 de marzo de 1998. Diario. México, D.F. Pág. 22.
- El Financiero. 1998.** Aumentaron a 85% las importaciones agrícolas mexicanas procedentes de E.U. en el ciclo 1996-97. Periódico El Financiero, Viernes 24 de Abril de 1998. Diario. México, D.F. Pág. 26 A.
- El Financiero. 1998.** La privatización del sector de insumos agrícolas ha favorecido su desarrollo. Periódico El Financiero, Miércoles 6 de mayo de 1998. Diario. México, D.F. Pág. 21 A.
- Federal Ministry of Food, Agriculture and Forestry (BML). 1996.** Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. German National Report. Germany. 167 p.
- Funtek, K. 1998.** Crecieron cerca de 100% las exportaciones agropecuarias de México a Canadá, a partir del TLC. Periódico El Financiero. Martes 24 de marzo de 1998. Diario. México, D. F. Pág. 23 A.
- Hernández S., A. 1995.** Producción y comercialización de semillas mejoradas y certificadas en México. Aspectos normativos y operativos. CIESTAAM-UACH. Cuaderno de divulgación No. 4 Pág. 18-20.
- INEGI. 1997.** Anuario estadístico del Estado de Querétaro. INEGI, pág. 265, 279.
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de Aguascalientes. INEGI, pág. 208, 211.
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de Baja California. INEGI, pág. 158, 164.
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de Baja California Sur. INEGI, pág. 168, 175.
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de Coahuila. INEGI, pág. 244, 252.
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de Durango. INEGI, pág. 237, 260
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de Guanajuato. INEGI, pág. 324.
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de Michoacán. INEGI, pág. 28, 290.
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de Quintana Roo. INEGI, pág. 183, 191.
- INEGI. 1996.** Anuario estadístico del Estado de San Luis Potosí. INEGI, pág. 281, 295.
- INEGI. 1995.** Anuario estadístico del Estado de Campeche. INEGI, pág. 209, 211.
- INEGI. 1995.** Anuario estadístico del Estado de Jalisco. INEGI, pág. 288, 306.
- INEGI. 1995.** Anuario estadístico del Estado de Sonora. INEGI, pág. 223, 237.
- INEGI. 1995.** Anuario estadístico del Estado de Tabasco. INEGI, pág. 225, 245.
- INEGI. 1995.** Anuario estadístico del Estado de Tlaxcala. INEGI, pág. 252 y 288.
- INEGI. 1995.** Anuario estadístico del Estado de Zacatecas. INEGI, pág. 253, 256.
- INEGI. 1995.** Estados Unidos Mexicanos. Censo de Población y Vivienda 1995. Perfil Socioeconómico. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México. pp. 149.
- INEGI. 1995.** Estados Unidos Mexicanos. Censo de Población y Vivienda 1995. Resultados definitivos. Tabulados Básicos. Pág. 134-149.
- INEGI. 1993.** Anuario estadístico del Estado de Hidalgo. INEGI, pág. 466, 470.
- INEGI. 1993.** Anuario estadístico del Estado de Puebla. INEGI, pág. 430, 490.
- INEGI. 1993.** Anuario estadístico del Estado de Yucatán. INEGI, pág. 295, 306.
- INEGI. 1991.** VII Censo Agrícola y Ganadero de los Estados Unidos Mexicanos. Resultados definitivos. Tomo I y II. México, D.F.
- INEGI. 1998.** El sector alimentario en México. INEGI. México. 311 p.
- Instituto Nacional Indigenista. 1978.** INI 20 años después, revisión crítica. Instituto Nacional Indigenista. México. pag. 288
- Knud E. 1990.** Métodos de mejoramiento genético forestal. En: T. Eguiluz P. y A. Plancarte B. (eds). Memoria mejoramiento genético y plantaciones forestales. Chapingo, Méx. Pág. 24-33.

- Marvella. 1998.** Los productos hortofrutícolas representan 48% de los ingresos del sector agrícola. El Financiero, Miércoles 13 de mayo de 1998. Diario. México, D.F. Pág. 23 A.
- Moreno G., H., P. Moreno G., y S. Mena M. 1992.** Clasificación de las investigaciones presentadas en los últimos quince años en los Congresos de la SOMEFI (1976-1990). En: Castillo G., F. y Livera M., M.(Comp.).Memoria del XIV Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética Pag. 45.
- Ortíz C., J. 1985.** Antecedentes de la investigación agrícola en México y sus repercusiones. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Boletín Germen 3: 1-17.
- Poder Ejecutivo Federal. 1989.** Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994. Comercio Exterior, Edición Especial, Vol. 39, México, D.F., 83 pp.
- Poder Ejecutivo Federal. 1989.** Plan Nacional de Desarrollo 1995 - 2000. S.H.C.P., México, D.F., 177 pp.
- Poder Ejecutivo Federal. 1997.** Tercer Informe de Gobierno. Estados Unidos Mexicanos (Anexo). Presidencia de la República. Pág. 125-130, 135, 141-142.
- Ramírez V. P., M. Livera M. y A. Carrillo S. 1991.** Principales cultivos alimentarios de México; arroz, frijol, maíz y trigo; VII Censo Agropecuario, México. pág. 4-6.
- Rzedowski, J. 1978.** La Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D. F. pág. 73.
- Sánchez, J., J. 1993.** Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos, México.
- SAGAR. 1993.** Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos 1992. SAGAR. Subsecretaría de Planeación. México, D.F. Tomo I. pág. 17-268
- SAGAR. 1994.** Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos 1993. SAGAR. Subsecretaría de Planeación. México, D.F. Tomo I. Pág. 16-560.
- SAGAR. 1995.** Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SAGAR. Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna silvestre. México, D.F. Tomo I. pág. 14-480.
- SAGAR. 1998.** Datos consultados en <http://www.sagar.gob.mx>
- SOMEFI. 1998.** Especies vegetales de utilidad antropocéntrica en México. Base de datos. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.
- Téllez K., L. 1994.** La modernización del sector agropecuario y forestal: una visión de la modernización de México. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.307 p.
- Vargas H., J. J., J. Jasso M. y B. Bermejo V. 1994.** El mejoramiento genético forestal como base para el establecimiento de plantaciones forestales. En: Memoria de IV Reunión Nacional Plantaciones Forestales. SARH- INIFAP. México. Pág. 49-80.
- Villarreal C., R. 1995.** La importancia de un banco de germoplasma en las plantaciones forestales comerciales. En: Memoria del Simposio sobre Reforestación Comercial. 26-29 de Agosto de 1992. A. B. Villa Salas (comp. y ed.). Publicación especial No. 65. Pág. 81-93.
- World Wide Web (INTERNET)**
<http://web.icppgr.fao.org/CR/CR.HTML>
<http://www.inegi.gob.mx>
<http://www.sagar.gob.mx>
<http://www.conabio.gob.mx>
<http://www.ine.gob.mx>



RECURSOS FITOGENÉTICOS AUTÓCTONOS

Rafael Ortega Paczka¹, Miguel Angel Martínez Alfaro² y José de Jesús Sánchez González³

¹ Profesor Investigador
Universidad Autónoma Chapingo

² Investigador
Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México

³ Investigador
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias

Introducción	31	Agaves	48
Diversidad Florística y Endemismos en México	32	Chicozapote	49
Recursos Genéticos Forestales	33	Jojoba	49
Mesoamérica como Centro de Origen y Diversidad de Plantas Cultivadas	34	Algunos otros Recursos Fitogenéticos Autóctonos Importantes por Categoría de Uso	49
Recursos Genéticos de Cultivos Específicos Tradicionales de México	37	Hortalizas	49
Maíz y teocintles	38	Frutales	49
Frijoles cultivados y silvestres	40	Hongos comestibles	50
Chiles	41	Plantas medicinales	50
Calabazas cultivadas y silvestres	41	Ornamentales	50
Amaranto o alegría	42	Familias Botánicas más Prometedoras como Fuentes de Nuevos Cultivos	51
Tomate de cáscara	42	Compuestas	51
Algodón	43	Leguminosas	52
Aguacate y parientes	43	Solanáceas	52
Cactáceas	44	Gramíneas	53
Anonáceas	45	Euforbiáceas	53
Jocote o ciruela tropical	45	Persistencia de la Utilización Tradicional de las Plantas	53
Chayote	45	Plantas Útiles en Comunidades Indígenas	53
Chía	46	Plantas Útiles en Comunidades Mestizas	54
Cacao	46	Diversidad en Huertos Familiares	55
Vainilla	46	Plantas Útiles y Cultivos Comerciales a Nivel Nacional	56
Cempoalxochitl o flor de muerto	47	Conclusiones	56
Cacahuate	47	Bibliografía	57
Cultivos Originarios de México de Importancia Reciente o con Potencial para el Futuro	47		
Tomate o jitomate	47		
Girasol cultivado y sus parientes silvestres	47		

INTRODUCCIÓN

Dentro de los recursos fitogenéticos de interés a la agricultura de México se pueden distinguir tres grupos: los autóctonos, los introducidos y los exóticos con potencial de ser introducidos. Los autóctonos son aquellos que son originarios del país, por lo que generalmente existe en nuestro territorio considerable diversidad, la cual es la base de la producción y del mejoramiento genético; este grupo de recursos con frecuencia es de interés no sólo en el ámbito nacional sino también por parte de extranjeros. Los introducidos son recursos fitogenéticos que se usan en el país sin ser originarios del mismo; con frecuencia se trata de cultivos de enorme importancia económica y cultural; en este segundo caso la mayor diversidad se encuentra en el extranjero y es de frecuente interés a México introducir diversidad adicional para usarla directamente en la producción o bien en programas de mejoramiento genético. Finalmente, están los recursos fitogenéticos exóticos con potencial de ser introducidos al país para convertirse en importantes nuevos cultivos. En este capítulo se abordará lo relativo al estado que guardan los principales recursos fitogenéticos autóctonos.

Los recursos fitogenéticos autóctonos de México son de especial interés por las siguientes causas:

- a) La enorme diversidad florística y el alto grado de endemismo que se registra en México.
- b) La parte sur del país, junto con el norte de Centroamérica, constituyen Mesoamérica, que es una de las cunas de la agricultura en el mundo, en donde parte considerable de sus valiosos recursos fitogenéticos se conservan y desarrollan en la actualidad gracias a la considerable persistencia de la agricultura tradicional.
- c) Sobrevivencia de parientes silvestres y arvenses⁴ de algunos cultivos de enorme importancia a nivel mundial.
- d) Transformación de algunas plantas anteriormente de escaso interés en importantes cultivos comerciales, con considerables transformaciones paralelas de sus recursos fitogenéticos.
- e) En el país se registran aceleradas transformaciones socioeconómicas que han traído consigo considerable erosión genética de los recursos fitogenéticos y pérdida de conocimientos asociados a ellos.

El tema de los recursos fitogenéticos autóctonos se analizará en este capítulo en la forma siguiente:

- a) La enorme diversidad florística y alto grado de endemismo que se registra en México.
- b) “Mesoamérica como centro de origen y diversidad de plantas cultivadas” Aquí se abordará en forma resumida las plantas útiles en épocas prehispánicas, principalmente las cultivadas. Este inciso de alguna manera es introductorio al resto del capítulo, en especial a los siguientes dos.
- c) En el siguiente apartado, que lleva como título “Recursos genéticos de cultivos específicos tradicionales de México”, se profundizará algo de la diversidad de las principales plantas originarias de Mesoamérica que desde épocas prehispánicas tenían considerable importancia como cultivos, así como de sus parientes silvestres. Este se puede considerar el inciso principal del capítulo ya que aquí se procura analizar el estado actual de los recursos genéticos de los cultivos autóctonos tradicionales, incluyendo lo relativo a los parientes silvestres, así como la erosión genética que se registra en cada caso.
- d) Más adelante se incluye el apartado “Cultivos originarios de México que se han vuelto importantes en épocas recientes o que tienen potencial para el futuro”, además de la enorme importancia que tiene cada una de las especies abordadas, este inciso ilustra: 1) especies originarias de México cuya evolución como cultivos de enorme importancia mundial tuvieron lugar en gran parte en el extranjero (casos del jitomate y girasol), 2) especies que tenían una escasa importancia en el México prehispánico y que después se volvieron muy importantes (caso del henequén y del chicozapote para extracción de chicle), 3) algunas de las plantas que hoy son cultivos promisorios, ejemplificando con el caso de la jojoba.

⁴ Arvense. Dícese de una planta que prospera espontáneamente en las tierras de cultivo (Hernández, 1986).

- e) En “Algunos otros recursos fitogenéticos autóctonos importantes por categoría de uso” se mencionan principalmente plantas nativas cultivadas marginadas⁵, así como aquellas que no se cultivan pero que se aprovechan por recolección. Varias de estas plantas son cultivos prometedores y no se habían mencionado en los incisos previos. Los recursos aquí abordados se mencionan agrupados en las siguientes categorías de uso: hortalizas, frutales, hongos comestibles, medicinales y ornamentales.
- f) En “Familias botánicas más prometedoras en cuanto a recursos fitogenéticos” se hace un ligero análisis de las cinco familias botánicas que se estima son las más prometedoras para el futuro de México como fuentes de recursos genéticos, ellas son: Compuestas, Leguminosas, Solanáceas, Gramíneas y Euforbiáceas.
- g) El penúltimo inciso del capítulo está dedicado a ilustrar la considerable persistencia en la utilización tradicional de las plantas que se registra en numerosas comunidades indígenas y mestizas contemporáneas, así como a hacer un análisis de las familias, centros de origen y usos de los principales cultivos de México.
- h) Finalmente, se concluye el capítulo con algunos comentarios generales sobre la riqueza de recursos fitogenéticos de México.

DIVERSIDAD FLORÍSTICA Y ENDEMISMOS EN MÉXICO

La República Mexicana es una de las regiones del mundo con mayor riqueza de comunidades vegetales y florística. México posee alrededor del 10% de la flora del mundo y cuenta con prácticamente todos los tipos de vegetación importantes. Además de México, sólo India y Perú disponen de una amplitud semejante en tipos de vegetación.

Con relación a la diversidad florística de México, Rzedowski (1998) ha señalado lo siguiente:

- a) La flora fanerogámica de nuestro país se estima, en números gruesos, en 220 familias, 2 410 géneros y 21 600 especies.
- b) La más alta convergencia de diversidad se localiza a lo largo de un cinturón que se origina en Chiapas (8 000 especies), atraviesa Oaxaca (9 000) y continua por un lado hacia Veracruz (8 000) y por el otro hacia Sinaloa y Durango.
- c) Los bosques mesófilos de montaña y tropicales perennifolios son los más diversos por unidad de área; sin embargo, en número absoluto de especies los superan otros tipos de vegetación. En efecto, mientras los dos tipos de vegetación mencionados cuentan, aproximadamente, con 3 000 y 5 000 especies de riqueza florística, los bosques de coníferas están compuestos de 7 000 especies, los matorrales xerófitos y pastizales de 6 000 especies, los bosques tropicales subcaducifolios, caducifolios y espinosos de 6 000 especies.

El mismo autor señala que aproximadamente el 10% de los géneros y el 52% de las especies son endémicas a México y que, con excepción del bosque tropical perennifolio, los tipos principales de vegetación de nuestro país son ricos en especies endémicas, registrándose el endemismo más pronunciado en los matorrales xerófilos y pastizales.

Las familias mejor representadas en México, según Rzedowski (1998), son: Compuestas (314 géneros y 2 400 especies), Leguminosas (130 y 1 800), Gramíneas (170 y 950), Orquidáceas (140 y 920), Cactáceas (70 y 900) y Rubiáceas (80 y 510).

El complejo escenario geográfico que alberga a la extraordinaria diversidad biológica de México es producto, entre otras cosas, de la historia geológica, el clima y la topografía. Una gran proporción de nuestro país es árida, pero también hay grandes cadenas de montañas y serranías con extensos bosques templados y tropicales, además existen más de 10 000 km de litorales. México se encuentra en la intersección de dos reinos o dominios biogeográficos: el Neártico constituido por especies de origen o

⁵ Especies marginadas, conforme a Hernández y León (1992); “son cultivos que en otros momentos o bajo otras condiciones tuvieron un mayor relieve en la agricultura tradicional y en la alimentación de los pueblos indígenas y otras comunidades locales”. Más adelante estos autores agregan: “Los cultivos marginados son aquellos cuyo uso y productividad se necesita más bien incrementar, como medio para aliviar las condiciones de vida y alimentación de etnias o poblaciones que suelen vivir en una economía que conoce pocos intercambios”.

afinidad boreal que domina las porciones montañosas con climas templados y fríos; y el Neotropical conformado por especies de afinidad tropical que habitan las partes bajas o medias con climas cálidos a secos o húmedos. Por consiguiente, la riqueza de especies en el territorio mexicano es consecuencia de la multiplicación de organismos provenientes del norte y del sur que alguna vez colonizaron esta región.

RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES

De acuerdo con los inventarios nacionales forestales de la antigua Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la superficie total forestal en México es de aproximadamente 137 millones de hectáreas, de las cuales, 48 millones se consideran como aprovechables desde el punto de vista forestal (FAO, 1993).

Los tipos de vegetación predominantes pueden dividirse en:

- i) Bosques de coníferas y latifoliadas. Propias de los climas templados y fríos con predominio de los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Liquidambar*, *Fagus*, *Nyssa*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Cornus*, *Ternstroemia*, *Oreopanax* y *Myrica*. La superficie cubierta por este tipo de vegetación es de cerca de 30 millones de hectáreas.
- ii) Selva. En sus diferentes divisiones, las selvas cubren aproximadamente 26 millones de hectáreas y pueden dividirse en:
 - Selvas Altas. Vegetación exuberante de climas tropicales con lluvias abundantes; las especies clásicas son: *Terminalia amazonia*, *Brosimum alicastrum*, *Ficus* spp, *Manilkara zapota*, *Bursera simaruba*, *Swietenia macrophylla*, *Andira galeottiana*, *Ceiba pentandra*, *Pouteria campechiana*, *Dialium guianense*, etc.
 - Selvas medianas. Las perennifolias están restringidas a las zonas de los Tuxtlas, en Veracruz, y El Triunfo, Chiapas: *Billia*, *Clusia salvinii*, *Engelhardtia*, *Meliosma*, *Oreopanax xalapensis*, *Podocarpus*, *Saurauia*, *Styrax*, *Symplocos*, etc. Por su parte, las subcaducifolias y caducifolias tiene como componentes a *Hymenaea courbaril*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrella odorata*, *Lycania arborea*, *Roseodendron*, *Hura polyandra*, etc.
 - Selvas bajas. Se ubican en los declives de las Sierras Madre Oriental y Occidental, Cuenca del Balsas y Papaloapan, Istmo de Tehuantepec, Chiapas y Península de Yucatán y están constituidas predominantemente por: *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana*, *Crescentia cujete*, *Crescentia alata*, *Acacia pennatula*, *Lonchocarpus* spp., *Coccoloba* spp., *Bucida buceras*, *Pisidia piscipula*, *Lysiloma bahamensis*, *Ceiba aesculifolia*, *Bursera* spp., *Pistacia mexicana*, *Ipomoea* spp., etc.
- iii) Zonas áridas y semiáridas. Estas regiones están cubiertas por chaparrales, mezquites, matorral rosetófilo, matorral micrófilo y matorral crasicauale y representan cerca de 60 millones de hectáreas. Los principales géneros de estas áreas son: *Quercus*, *Adenostoma*, *Arctostaphylos*, *Cercocarpus*, *Prosopis*, *Agave*, *Hechtia*, *Dasyllirion*, *Yucca*, *Euphorbia*, *Fouquieria*, *Opuntia*, *Larrea*, *Flourensia*, *Celtis*, *Parthenium*, *Lemaireocereus*, *Myrtillocactus*, *Carnegia* y *Cephalocereus*.

El volumen de la explotación forestal (FAO, 1993) en México es de aproximadamente 23 millones de metros cúbicos de madera en rollo predominantemente de pino y oyamel y en menor proporción de algunas latifoliadas y maderas preciosas tropicales; en leña y carbón se aprovechan cerca de 16 millones de metros cúbicos y en productos no maderables como resinas, gomas y ceras se tiene una producción de 166 993 toneladas.

El rápido avance de las fronteras agrícola, forestal, ganadera y urbana ha propiciado el deterioro ambiental y la destrucción de extensiones considerables de ecosistemas. Un ejemplo lamentable es el sureste de México en donde debido a la deforestación, ganadería extensiva y el método tradicional de "roza, tumba y quema", se estima que se han eliminado el 90% de las selvas altas con que contaba el país a principios de este siglo; la deforestación en México es estimada entre 470 000 y 700 000 ha al año (Toledo, 1992), una de las más graves en el mundo.

MESOAMÉRICA COMO CENTRO DE ORIGEN Y DIVERSIDAD DE PLANTAS CULTIVADAS

Mesoamérica, que comprende el sur de México y el norte de Centroamérica, se ha reconocido como una de las cunas de la agricultura en el ámbito mundial y como centro fundamental de origen y diversidad de entre 60 y 100 especies vegetales cultivadas (Smith 1995; Hernández, 1993; Harlan, 1992; Hernández, 1986; Vavilov, 1931). Algunas de las plantas domesticadas en esta región son en la actualidad fundamentales para la economía mundial, como son los casos de maíz, frijol común, algodón y cacao. Rzedowski (1995) estima que hay unas 200 a 300 especies más que están en proceso de domesticación, muchas de ellas con un alto grado de domesticación. Algunas, ya sea bastante domesticadas o que habían quedado como semidomesticadas, cultivadas casi exclusivamente como plantas marginadas o en huertos familiares, en la actualidad están consideradas entre las que tienen mayores perspectivas como cultivos marginados (amaranto y varios frutales tropicales). Es de gran importancia resaltar que aun cuando los procesos de deterioro ambiental han afectado las especies silvestres, en México se cuenta aún con amplia diversidad de parientes silvestres de varios cultivos como: maíz, frijol, calabaza, chile, tomate, aguacate, algodón, girasol, entre otros cultivos de importancia económica.

Una muy importante consideración en la agricultura mesoamericana prehispánica, que subsiste en gran parte en la actualidad, es que los agroecosistemas incluían toda una serie de plantas cultivadas, así como el aprovechamiento de arvenses, tales son los casos de las milpas y las chinampas.

Gran parte de la agricultura mesoamericana la constituyen diferentes modalidades de “milpa”, las cuales en forma muy diversa combinaban y combinan cultivares de maíz con frijoles comunes (*Phaseolus vulgaris*), ayocotes (*P. coccineus*), “comba”, “lima” o “ibes” (*P. lunatus*), con diferentes especies de calabaza (*Cucurbita* spp.) y/o chilacayote (*Cucurbita ficifolia*); a la vez que se aprovechan arvenses (*Physalis* spp., *Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp. y otras). Así, mientras que el maíz fue el centro del complejo de alimentos en Mesoamérica, hubo otra serie de alimentos de origen vegetal que siempre lo acompañaron. Los mexicanos de la era prehispánica consumían un extraordinario arreglo de alimentos vegetales que incluían diferentes tipos de frijoles, chiles, calabazas y frutas. Es muy difícil imaginar el tipo de cocina que existía antes de la conquista.

Las evidencias arqueológicas acerca del origen de muchos cultivos son muy limitadas, raras y en muchos casos no existen, en gran parte debido a la naturaleza perecedera de las frutas y tubérculos; una situación similar ocurre con las plantas de ornato y las medicinales.

En el Cuadro 2.1 se consigna una relación de las principales plantas útiles del México prehispánico, este Cuadro está basado en Coe (1988) y Torres (1989), pero ha sido considerablemente modificado por Miguel Angel Martínez Alfaro.

Con un centenar de plantas nativas de México quedaban satisfechas la mayoría de las necesidades básicas de la población prehispánica (Cuadro 2.1), aunque desde luego usaban mucho más plantas. Sobre este mismo tema, en la revisión de la información de tipo etnobotánica contenida en el Códice Florentino, hecha por Estrada (1989), se identificaron más de 700 especies pertenecientes a 101 familias, a las cuales se les aprovechaba en alrededor de 12 categorías antropocéntricas; muchas de ellas con usos múltiples, destacando el maíz, el maguey, el hule y el algodón con más de 5 formas de uso.

Cuadro 2.1. Plantas útiles importantes en el México prehispánico.

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Parte usada	Usos
Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Semillas	Saborizante y colorante
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Fruto	Alimenticio
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Malvaceae	Fibra del fruto	Textil
Amaranto, alegría	<i>Amaranthus hypocondriacus</i> L.	Amaranthaceae	Semillas, hojas	Alimenticio

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Parte usada	Usos
Amate	Ficus teolutensis (Lidbm.) Miq.	Moraceae	Tallo	Papel
Amate	Ficus petiolaris HBK.	Moraceae	Tallo	Papel
Anona	Annona reticulata L.	Annonaceae	Fruto	Alimenticio
Añil	Indigofera suffruticosa Mill.	Fabaceae	Tallos y ramas	Medicinal y colorante
Bule o jícara	Langeria siceraria (Mol.) Standl.	Cucurbitaceae	Fruto	Deposito de agua, tortillero, extractor de aguamiel, artesanías
Biznaga	Echinocactus grusonii Hildm.	Cactaceae	Tallo y flor	Ornamental, comestible
Biznaga o viznahga	Echinocactus visnaga Hook.	Cactaceae	Tallo y flor	Ornamental, comestible
Cabeza de negro	Nimphaea mexicana Zucc.	Nymphaeaceae	Raíz	Ornamental, comestible
Cacahuate	Arachis hypogaea L.	Fabaceae	Semillas	Comestible
Chocolate	Theobroma cacao L.	Sterculiaceae o Byttneriaceae	Fruto	Comestible, moneda
Cacomite o flor de tigre	Tigridia pavonia (L.f.) DC.	Iridaceae	Raíz y flor	Comestible, ornamental
Calabaza india o de castilla	Cucurbita pepo L.	Cucurbitaceae	Fruto y semillas	Comestible
Calabaza pinta	Cucurbita argyrosperma.Hort. ex L.H. Bailey	Cucurbitaceae	Fruto y semillas	Comestible
Calabaza tamalayota	Cucurbita moschata (Duchesme) Poir.	Cucurbitaceae	Fruto y semillas	Comestible
Camote	Ipomoea batatas (L.) Lam.	Convolvulaceae	Tubérculo	Comestible
Capulín	Prunus serotina Ehrh. subsp. capuli (Cav.) Mac Vaugh	Rosaceae	Fruto	Comestible
Cascalote o divi-divi	Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.	Fabaceae	Corteza	Curtiente
Ciruela amarilla o ciruela tropical	Spondias mombin L.	Anacardiaceae	Fruto	Comestible
Ciruela roja o tropical	Spondias purpurea L.	Anacardiaceae	Fruto	Comestible
Copal	Bursera gracilis Engl.	Burseraceae	Resinas	Aromáticos, ceremoniales
Copal	Bursera bipinnata Engl.	Burseraceae	Resinas	Aromáticos, ceremoniales
Copal	Bursera jorullensis Engl. in DC.	Burseraceae	Resinas	Aromáticos, ceremoniales
Copal	Bursera excelsa Engl. In DC.	Burseraceae	Resinas	Aromáticos, ceremoniales
Cuajilote o cuachilote	Parmentiera edulis DC.	Bignoniaceae	Toda la planta	Comestible, construcción de casas, medicinal
Chayamansa	Cnidioscolus aconitifolius (Mill.) I.M. Johnston.	Euphorbiaceae	Hojas	Comestible
Chayote	Sechium edule (Jacq.) Swatz	Cucurbitaceae	Fruto	Comestible
Chía	Salvia hispanica L.	Lamiaceae	Fruto, semillas	Comestible: oleaginosa, bebidas refrescantes
Chicozapote o árbol del chicle	Manilkara zapota (L.) Van Royer	Sapotaceae	Fruto	Comestible, aislante
Chilacayote	Cucurbita ficifolia Bouché	Cucurbitaceae	Fruto, semillas	Comestible
Chiles cultivados	Capsicum annuum L. var. annuum	Solanaceae	Fruto	Comestible
Chiles espontáneos o silvestres	Capsicum annuum L. var. glabrusculum (Dunal) Heiser et Pickersgill	Solanaceae	Fruto	Comestible
Chiles piquines	Capsicum annuum L. var. frutescens (L.) Heiser et Pickersgill	Solanaceae	Fruto	Comestible
Chile habanero	Capsicum chinense	Solanaceae	Fruto	Comestible
Chirimolla	Annona cherimola Mill.	Annonaceae	Fruto	Comestible
Epazote	Chenopodium ambrosioides L.	Chenopodiaceae	Hojas	Comestible, condimento y medicinal
Frijoles de las razas Durango, Jalisco y Mesoamericana	Phaseolus vulgaris L.	Fabaceae	Fruto	Comestible
Frijol tepari	Phaseolus acutifolius A. Gray	Fabaceae	Fruto	Comestible
Frijol ayocote, frijolon	Phaseolus coccineus L.	Fabaceae	Fruto	Comestible
Frijol comba, ives o	Phaseolus lunatus L.	Fabaceae	Fruto	Comestible

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Parte usada	Usos
lima				
Guaje o huaje	Leucaena esculenta (Moc. et Sessé) Benth.	Fabaceae	Fruto, semillas	Comestible
Guaje blanco, huaje	Leucaena pulverulenta (Schlecht.) Benth	Fabaceae	Fruto, semillas	Comestible
Guaje blanco o verde	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Fabaceae	Fruto, semillas	Comestible
Guamuchil o huamuchil	Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Fabaceae	Fruto, semillas	Comestible, maderable, medicinal
Guayabilla o arrayán	Psidium sartorianum (Berg.) Niedenzu	Myrtaceae	Fruto	Comestible
Guayaba	Psidium guajava L.	Myrtaceae	Fruto, hojas	Comestible, medicinal
Haba blanca o frijolón	Canavalia ensiformis (L.) DC.	Fabaceae	Fruto, semillas	Comestible, veneno
Henequén	Agave fourcroydes Lam.	Agavaceae	Fibras	Textil, artesanías
Hierba santa	Piper sanctum (Miq.) Schlecht.	Piperaceae	Tallos	Comestible, medicinal
Huauzontle o bledo	Chenopodium berlandieri Moq. subsp. Nuttallie (Saff.) Wilson et Heizer	Chenopodiaceae	Espigas florales, semillas	Comestibles
Hule	Castilla elastica Cerv.	Moraceae	Latex	Aislante, ceremonial
Jicama	Pachyrhizus erosus (L.) Urban	Fabaceae	Tubérculo	Comestible
Liquidámbar, ocozote	Liquidambar styraciflua (L.)	Hamamelidaceae	Resinas	Aromatizante, medicinal
Magueyes o agaves pulqueros	Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck	Agavaceae	Toda la planta	Comestible, artesanías, material para construcción, combustible
Magueyes o agaves pulqueros	Agave atrovirens Karw.	Agavaceae	Toda la planta	Comestible, artesanías, material para construcción, combustible
Magueyes o agaves pulqueros	Agave mapisaga Trel.	Agavaceae	Toda la planta	Comestible, artesanías, material para construcción, combustible
Maíz	Zea mays L. subsp. mays	Poaceae	Fruto	Comestible, medicinal, combustible, ceremonial, material para construcción de casas, cercados
Mamey, zapote mamey, mamey colorado	Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore et Stearn	Sapotaceae	Tallo, fruto	Comestible, construcción de casas
Marañón, nuez de la India	Anacardium occidentale L.	Anacardiaceae	Fruto	Comestible
Mezquite o mesquite	Prosopis juliflora (Swartz) DC.	Fabaceae	Fruto, tallos	Comestible, maderable
Nanche o nance	Birsonima crassifolia (L.) HBK.	Malpighiaceae	Fruto	Comestible, curtiente
Nardo	Polianthes tuberosa L.	Agavaceae	Flores	Ornamental, aromático, ceremonial
Nopal tunero o de grana	Opuntia ficus-indica (L.) Mill.	Cactaceae	Fruto	Comestible, tintorea
Nopal de tuna cardona	Opuntia streptacantha Lem.	Cactaceae	Fruto	Comestible
Nopal xoconostle	Opuntia robusta H. L. Wendl.	Cactaceae	Fruto	Comestible
Otate, tarro	Guadua angustifolia Kunth subsp. angustifolia	Poaceae	Tallos	Combustible, artesanías, construcción de casas y muebles, mobiliario doméstico
Papaya	Carica papaya L.	Caricaceae	Fruto	Comestible
Pimienta gorda, de tabasco o americana	Pimenta dioica (L.) Merrill	Myrtaceae	Fruto	Comestible, aromática
Piñuela	Bromelia pinguin L.	Bromeliaceae	Fruto	Comestible
Piñoncillo, piñon	Jatropha eurcas L.	Euphorbiaceae		Comestible, medicinal
Pitaya, pitahaya, pitajaya	Hylocereus undatus (Haw.) Britt. et Rose	Cactaceae	Fruto	Comestible
Quelite, quintonil, amaranto	Amaranthus cruentus L.	Amaranthaceae	Hojas, frutos, semillas	Comestible
Quelite, quintonil, amaranto	Amaranthus hybridus L.	Amaranthaceae	Hojas, frutos, semillas	Comestible

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Parte usada	Usos
Quelite, quintonil, alegría, huautle, amaranto	Amaranthus hypocondriacus L.	Amaranthaceae	Hojas, frutos, semillas	Comestible
Papaloquelite	Porophyllum macrocephalum DC.	Asteraceae	Tallos, hojas	Comestible, medicinal
Papaloquelite	Porophyllum gracile Benth.	Asteraceae	Tallos, hojas	Comestible, medicinal
Ramón, capomo, ojote	Brosimum alicastrum Swartz	Moraceae	Tallos, semillas	Comestible, material para construcción de casas
Romeritos	Suaeda torreyana Wats	Chenopodiaceae	Hojas	Comestible
Hierba mora o chichiquelite	Solanum americanum L. para zonas tropicales a 1500 msnm. En partes altas es Solanum nigrescens Mart. et Gal	Solanaceae		Comestible, medicinal
Sempasúchil, cempoalxochitl	Tagetes erecta L.	Asteraceae	Flores	Ornamental, medicinal, ceremonial
Tabaco	Nicotiana rustica L.	Solanaceae	Hojas	Ceremonial, estimulante, medicinal
Tecomate, guiro, jícaro, calabazo	Crescentia eujete L.	Bignoniaceae	Frutos	Recipiente doméstico, artesanías, medicinal
Tomate milpero o tomate de cáscara	Physalis philadelphica Lam.	Solanaceae	Fruto	Comestible, medicinal
Tule, espadoña	Typha domingensis Pers.	Typhaceae	Tallos	Implementos domésticos, artesanías
Tule, espadoña	Typha latifolia L.	Typhaceae	Tallos	Implementos domésticos, artesanías
Tule	Scirpus americanus Pers.	Cyperaceae	Hojas, tallos	Implementos domésticos, cestería, artesanías
Tule	Scirpus californianus (C.A. Mey.) Steud.	Cyperaceae	Hojas, tallos	Implementos domésticos, cestería, artesanías
Tule	Scirpus validus Vahl	Cyperaceae	Hojas, tallos	Implementos domésticos, cestería, artesanías
Vainilla	Vanilla planifolia Andr.	Orchidaceae	Fruto	Saborizante, aromática
Yuca o guacamote	Manihot esculenta Crantz	Euphorbiaceae	Tubérculo	Comestible
Yuca o izote	Yucca elephantipes Regel	Agavaceae	Flores	Comestible, ornamental, cercas
Yuca o izote	Yucca aloifolia L.	Agavaceae	Flores	Comestible, ornamental, cercas
Zapote amarillo, zapote caca de niño, canistel	Pouteria campechiana (HBK.) Baehni	Sapotaceae	Fruto	Comestible
Zapote blanco o borracho	Casimiroa edulis Llave	Rutaceae	Fruto	Comestible
Zapote negro	Diospyros digyna Jacq.	Ebenaceae	Fruto	Comestible, veneno

Fuentes: Coe (1988) y Torres (1989), con correcciones y adiciones de Miguel Angel Martínez Alfaro.

RECURSOS GENÉTICOS DE CULTIVOS ESPECÍFICOS TRADICIONALES DE MÉXICO

En este inciso se procura analizar el estado actual de los recursos genéticos de los cultivos autóctonos tradicionales de México, incluyendo lo relativo a los parientes silvestres, así como la erosión genética que se registra en cada caso. Se incluyen de preferencia los cultivos autóctonos más importantes del país, así como algo de sus parientes silvestres, también se menciona algo de cultivos marginados en la actualidad, como son los casos del amaranto, ciruela tropical, vainilla, algunas Cactáceas y Anonáceas.

Maíz y teocintles

Diversidad dentro de maíz y estimación de la erosión genética

El maíz, la forma cultivada del género *Zea*, está representada en México por 41 razas (Ortega et al., 1991). Cada raza tiene características especiales de uso y adaptación a las diferentes condiciones

ambientales y sistemas de producción. Hay variedades de maíz para casi cualquier necesidad específica; existen variedades de 1.5 a 5 metros de altura; con diferentes grados de tolerancia al calor, frío o sequía; y adaptación a diferentes tipos de suelo, altitud y latitud. El maíz se cultiva desde las costas del Golfo o el Pacífico hasta casi 3 000 msnm; se siembra en regiones con precipitación pluvial desde menos de 400 mm hasta cercana a 3 000 mm. Todas las partes de la planta tiene una forma de uso: el grano para tortillas, tostadas, atole, tamales, ponteduro, totopos, pinole, pozole, pozol, etc.; toda la planta como forraje; el tallo para jugo; los tallos secos para forraje, construcción, cercas o combustible; los olotes y raíces como combustible; las agallas formadas por el hongo *Ustilago maydis* en la mazorca tierna como alimento; las hojas verdes y el totemoxtle para envolver tamales.

Con respecto a la erosión genética, la diversidad nativa de maíz está en serio peligro de extinción debido, entre otros factores a: los esfuerzos estatales para modernizar el agro, el proceso de adopción de semillas mejoradas, el abandono del cultivo del maíz que ha sido substituído en algunas regiones por otros cultivos más remunerativos; o bien debido a la emigración de los campesinos para trabajar en otras actividades, regiones del país o en los Estados Unidos. Antiguas e importantes regiones maiceras como el Bajío o los Llanos de Zacatecas han dejado de serlo, ya que con frecuencia los sistemas de producción más intensivos de maíz se substituyen por otros que requieren menos trabajo, y a que algunas variantes para usos especiales dejan de sembrarse. Actualmente, según López-Pereira y García (1997), alrededor del 25% de la superficie maicera se siembra con semilla mejorada comprada cada año por los productores, en tanto que porcentaje parecido es sembrado con generaciones avanzadas de maíces mejorados, frecuentemente ya combinadas con maíces criollos. Los maíces criollos sólo ocupan alrededor de la mitad de la superficie sembrada con este cultivo básico y una buena parte de ellos contiene alguna proporción de germoplasma mejorado. En los estados de Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Jalisco, Colima y Guanajuato la superficie sembrada con semilla mejorada supera el 70% (INEGI, 1994); este porcentaje cubre las zonas de mayor potencial productivo, en tanto que el 30% restante corresponde a las áreas de subsistencia. Diversos autores han encontrado que el intercambio de semilla e introducción de variedades criollas, así como de generaciones avanzadas de maíces mejorados es una práctica común en las diferentes regiones agrícolas de México (Vega, 1973; Bellon y Brush, 1995; Louette, 1995).

Por otra parte, con base en algunos estudios de caso, se ha encontrado que numerosos productores han adoptado semillas mejoradas, pero simultáneamente conservan las variedades autóctonas para usos especiales y consumo familiar, destinando la producción de las variedades mejoradas a la venta (Ortega, 1973).

La evaluación más reciente de la erosión genética de maíz en México fue realizada por Ortega (1992), quien encontró que además de la substitución de las variedades nativas por variedades mejoradas, a partir de la década de los sesenta empezó a decrecer la superficie sembrada con maíz, proceso que se acentuó en las zonas de riego y de buen temporal. En El Bajío, el maíz se substituyó por sorgo o por hortalizas; en los Llanos de Zacatecas y Durango por frijol; y en varias zonas tropicales por pastos para actividades ganaderas.

La literatura sobre estudios de diversidad de maíz en México es muy abundante. Entre los trabajos en marcha, por su novedad, deben de señalarse los relacionados con la conservación in situ y aquellos que intentan conservar, al menos en parte, la diversidad nativa.

Entre los proyectos de conservación in situ están: "El Proyecto Milpa"; un segundo, es llevado a cabo por el CIMMYT e INIFAP en los Valles Centrales de Oaxaca; y un tercero en la Península de Yucatán, es auspiciado por el IPGRI. El Proyecto "Milpa" tiene como principales áreas de estudio a las regiones Chalco-Amecameca y la Sierra Norte de Puebla, participan investigadores de importantes instituciones nacionales y norteamericanas y se realiza con financiamiento de la Fundación Mc Knight. El que se lleva a cabo en Yucatán se concentra principalmente en Yaxcabá, una de las comunidades de estudio del equipo del Dr. Efraím Hernández X. hace una década, en él participan investigadores extranjeros y nacionales, siendo la institución principal el CINVESTAV-Mérida, este proyecto cuenta con un financiamiento canadiense y forma parte de un complejo de 9 proyectos a nivel mundial auspiciados por el IPGRI (Ndung'u-Skilton, 1998)

Entre los trabajos que intentan mejorar genéticamente a los maíces criollos, conservando hasta donde sea posible la diversidad, destacan los que llevan a cabo el Dr. Abel Muñoz Orozco y colaboradores, de varias instituciones pero principalmente del Colegio de Postgraduados, trabajos que consisten en recolecta, evaluación, mejoramiento y recomendación por nichos ecológicos exclusivamente de germoplasma nativo. Otro tipo de trabajos consiste en el mejoramiento de los maíces criollos usando retrocruzas limitadas con maíces mejorados, este programa está siendo coordinado por el Dr. Fidel Márquez Sánchez, de la Universidad Autónoma Chapingo (Márquez, 1994).

Teocintles

Al teocintle (*Zea spp.*), considerado el pariente más cercano del maíz, se le ha atribuido una gran influencia en el incremento de la variabilidad y en la formación de las principales razas de maíz en México, asimismo desde el siglo pasado se le ha apreciado por su gran potencial forrajero para la alimentación animal. Adicionalmente, se considera un germoplasma valioso para el mejoramiento del maíz, especialmente en lo que respecta a resistencia a enfermedades y factores adversos. En México se reconocen cuatro especies silvestres del género *Zea*: 1) *Zea mexicana*, dividida en cuatro razas: Nobogame, Mesa Central, Chalco y Balsas; 2) *Zea perennis*, especie perenne tetraploide; 3) *Zea diploperennis*, especie perenne diploide, estas dos últimas endémicas del estado de Jalisco; 4) *Zea luxurians*, reconocida sólo por una muestra de herbario del estado de Oaxaca en 1842 y existente en la actualidad en Guatemala.

Durante los últimos 10 años se han intensificado los trabajos de recolección y monitoreo in situ de las poblaciones silvestres de *Zea* por parte del INIFAP, con la colaboración del CIMMYT, el Colegio de Postgraduados y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Sánchez y Ruiz, 1995). Se ha muestreado la mayor parte de las poblaciones conocidas en México, pero se considera que aún faltan varias localidades aisladas por explorar y recolectar (probablemente 20% del total); además, es difícil estimar con precisión el peligro de extinción de las poblaciones de teocintle en México. De acuerdo con lo observado (Wilkes, 1995, Sánchez y Ruiz, 1995), con excepción de la Cuenca del Balsas incluyendo parte de los estados de Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Jalisco y México, el resto de poblaciones pueden considerarse vulnerables y hay varias poblaciones que prácticamente han desaparecido.

Frijoles cultivados y silvestres

Diversidad de frijoles cultivados y erosión genética

En México se cultivan cinco especies de frijol del género *Phaseolus*: *P. vulgaris* (frijol común), *P. acutifolius* (frijol tépari o escomite), *P. coccineus* subsp. *coccineus* (frijol ayocote, patol, botil), *P. polyanthus* (frijol acalete, botil, ibis) y *P. lunatus* (frijol lima o ibes). Delgado (1985) reconoce en *P. vulgaris* tres variedades botánicas, en *P. coccineus* cinco subespecies, en *P. lunatus* cinco variedades botánicas y en *P. acutifolius* dos variedades botánicas.

Bukasov (1930) registró más de 100 nombres para el frijol común cultivado en México; en la actualidad, es difícil localizar en siembras comerciales 20% de éstos, aunque pudiera ser que los nombres de algunos de ellos hayan cambiado.

Andrade (1986) hizo un estudio comparativo de las variedades de frijol recolectadas en el estado de Aguascalientes en 1984 en comparación con 1940, concluyendo que:

- 1) La variación recolectada en 1984, presentó una relación inversa con las condiciones del medio ecológico de producción y con los recursos económicos de los productores.
- 2) Existe mayor diferenciación morfológica entre las razas de frijol de 1940 que entre las razas de 1984.
- 3) La introducción de otros materiales de frijol al estado de Aguascalientes ha contribuido al aumento de la variación a nivel de cultivares, de nombres locales y de hábitos de crecimiento; con un aumento considerable en la frecuencia de variantes de "Flor de mayo", "Canario" y "Cacahuate".

- 4) Las variantes de frijol de 1984 registraron mayor precocidad que las de 1940, pero no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los componentes del rendimiento y características morfológicas de la semilla.

Acosta et al. (1991) mencionan el uso creciente de cultivares uniformes en grandes superficies, así, por ejemplo, se sembraron más de 300 000 ha con la variedad "Negro San Luis" en el estado de Zacatecas durante 1988, mientras que en Sinaloa, el 90% de la superficie sembrada está ocupada por la variedad mejorada "Azufrado Pimomo 78" o "Mayocoba".

Frijoles silvestres

Según Delgado (1985) tal vez *Phaseolus* tenga su centro de origen en México, en donde hay 42 especies del género dividido en cuatro secciones; esta gran diversidad decrece drásticamente en el sur de Guatemala; las especies de este género son más numerosas en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico Transversal; cinco especies se distribuyen en tierras bajas tropicales.

Debouck (1991) presenta una lista tentativa de 52 especies distribuidas exclusivamente en el Continente Americano, de las cuales cerca de cuarenta se encuentran en México (Acosta et al., 1991). Cinco de estas especies incluyen a las formas cultivadas *P. vulgaris* (frijol común), *P. acutifolius* (frijol tépari o escomite), *P. coccineus* subsp. *coccineus* (frijol ayocote, patol, botil), *P. polyanthus* (frijol acalete, botil, ibis) y *P. lunatus* (frijol lima o ibes).

En referencia a las especies silvestres, Acosta et al. (1991) señala su gran potencial, ya que hay evidencias de que algunas especies consideradas como silvestres fueron utilizadas en tiempos prehistóricos por poblaciones indígenas del Noroeste de México y Suroeste de los Estados Unidos. Tal es el caso de *P. maculatus* y *P. metcalfei*. Algunos de los ejemplos de la utilización de cruza interespecíficas en el mejoramiento de frijol común son *P. metcalfei* para tolerancia al frío, *P. acutifolius* para tolerancia a sequía y altas temperaturas y *P. coccineus* para resistencia a pudriciones radicales. En México se han encontrado formas silvestres de *P. vulgaris* con altos niveles de resistencia a los gorgojos brúquidos (*Zabrotes subfasciatus* y *Acanthoscelides obtectus*) que causan pérdidas en almacenamiento calculadas en 13-15% de la producción total en América Latina. La arcelina, una proteína que confiere altos niveles de resistencia se ha encontrado exclusivamente en los frijoles silvestres mexicanos. Hasta el momento, se han descubierto siete variantes de la arcelina distribuidas en varias regiones de México (Acosta et al., en prensa).

Chiles

En México, la mayor parte de los chiles cultivados corresponde a la especie *Capsicum annum*; sin embargo, *C. pubescens*, *C. chinense* y *C. frutescens* originarios de Sudamérica, han sido introducidos al país, ocupando poco a poco su respectiva importancia económica y alimenticia. *C. pubescens* ha sido recolectado sobre todo en zonas templadas en altitudes superiores a los 1800 msnm; esta especie es conocida comúnmente como chile "perón" o "manzano" (Pozo et al., 1991). Es difícil hacer una estimación confiable de la erosión genética que ha ocurrido en el país, ya que no existen datos concretos sobre la variabilidad genética que existía hace 20, 40 o más años. Bukasov (1930) menciona que en México se conservan los nombres antiguos de las variedades de chiles como pasilla, guajillo, ancho, mulato, poblano, tonachile, serrano, costeño, chocolate, cascabel, mirasol, chile de árbol, chiltepe y otros; en la actualidad es común encontrar todas estas variantes. Sin embargo, las variedades nativas de chile se encuentran restringidas a ciertas regiones de México (Guerrero, Oaxaca, Durango, Zacatecas). Tomando como base los reportes de recolecciones recientes (Aguilar y Montes, 1993), la información que existe en el banco de datos y la opinión de los productores, se puede decir que el factor principal que ha venido causando la pérdida de variabilidad genética en los cultivares nativos es el desplazamiento de los cultivares nativos por variedades mejoradas o por otros cultivos.

Calabazas cultivadas y silvestres

Calabazas cultivadas

Con relación a Cucurbita, este género está formado por 13 especies o grupos de especies de las cuales cinco son cultivadas (Nee, 1990); dentro de las cultivadas se ha propuesto que *C. argyrosperma*, *C. pepo*, *C. moschata* y *C. ficifolia* son originarias de México, mientras que *C. maxima* es originaria de Sudamérica. Recientes investigaciones han despertado ciertas dudas sobre el origen mesoamericano de *C. ficifolia* y *C. moschata* (Lira y Montes, 1992). En general, la adaptación de las especies que se encuentran distribuidas en nuestro país es la siguiente: *C. argyrosperma* y *C. moschata*, en lugares cálidos y con altitud menor de 1800 msnm; *C. pepo* en lugares con altitudes por encima de los 1000 msnm y *C. ficifolia* en altitudes mayores a los 1300 msnm (Whitaker, 1968). En el caso de la calabaza, Bukasov (1930) indica la existencia de las mismas especies cultivadas que se conocen en la actualidad, es decir, *C. moschata*, *C. argyrosperma*, *C. pepo* y *C. ficifolia*, distribuidas en prácticamente todo el país; solamente se menciona a *Cucurbita perennis* (*C. foetidissima*) dentro de las especies silvestres. Para estas especies se considera que los factores principales que han ocasionado erosión genética son los cambios en tecnología del cultivo del maíz, entre los que se puede mencionar el uso de materiales mejorados uniformes para cultivo, cosecha mecanizada y uso de herbicidas; en los lugares en que esto ocurre, el cultivo de calabaza asociado con maíz prácticamente ha desaparecido.

Lira y Montes (1992) reportan que *C. argyrosperma* presenta dos subespecies. La primera de ellas es *Argyrosperma*, formada por cuatro variedades -*argyrosperma*, *callicarpa*, *stenosperma* y *palmieri*-, tres de las cuales incluyen a todos los tipos cultivados, mientras que la cuarta y la subespecie *Sororia* corresponden a poblaciones espontáneas. En tanto que, de *C. Pepo* se conocen ocho grupos de cultivares comestibles. En esta especie, en contraste con otras cucurbitáceas, la diversidad tanto de cultivares comerciales como de variedades locales no representan una fuente importante de genes de resistencia a plagas y enfermedades, estas últimas principalmente virosas.

La variación genética de *C. moschata* es vastísima, destacan algunas variedades regionales de la Península de Yucatán, con dos ciclos de vida de diferente duración, así como también las cultivadas en Guanajuato y Chiapas, en las que recientemente se ha encontrado resistencia a algunas enfermedades virales. Se cultiva bajo condiciones muy diversas, de temporal en muchas partes cálido-húmedas del país, en la Región Mixe y otras del estado de Oaxaca también se cultiva en la época fría y seca del año en terrenos que logran conservar la humedad y en Sonora bajo condiciones de riego (Lira y Montes, 1992).

Respecto a *C. ficifolia* Lira y Montes (1992) mencionan que esta especie es mucho menos diversa que las otras tres mencionadas, tanto en aspectos morfológicos como en patrones isoenzimáticos. Sin embargo, tiene su valor como recurso genético para el mejoramiento de su propia especie.

Calabazas silvestres

Dentro de las especies silvestres se encuentran *C. argyrosperma* var *palmeri*, *C. argyrosperma* subs. *sororia*, *C. fratema*, *C. texana*, *C. martinezii*, *C. lundeliana*, *C. radicans*, *C. galeottii*, *C. pedatifolia*, *C. foetidissima*, *C. digitata*, *C. gracilor*, *C. moorei*, *C. californica*, *C. plamata*, *C. cordata* y *C. cylindrica*.

Amaranto o alegría

México es el centro de origen de varias especies del género *Amaranthus*. El cultivo del amaranto de grano fue una actividad muy importante en épocas prehispánicas. Algunos autores indican que debido a la asociación del amaranto con ciertos ritos religiosos, en la época de la conquista se prohibió su cultivo causando una drástica reducción en las superficies cultivadas al grado de su virtual desaparición, si bien, la Dra. Teresa Rojas Rabiela no ha encontrado evidencias escritas de que realmente este cultivo haya

sido prohibido. Lo cierto es que en los últimos decenios hay la tendencia a que se recupere este cultivo, aunque estas tendencias no han sido consistentes; de tal manera que las superficies cultivadas en la actualidad oscilan alrededor de 1 000 hectáreas. Este cultivo es de gran potencial debido a su calidad nutritiva, superior a los granos comunes y aún a la leche de vaca. Las especies principales para producción de grano son *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*. Las especies silvestres con potencial en mejoramiento genético son: *A. hybridus*, *A. dubius*, *A. spinosus* y *A. polygonoides* (Espitia, 1991).

Tomate de cáscara

El tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam.) es uno de los cultivos originarios de Mesoamérica. En México se le encuentra como cultivo y como arvense en 22 estados y el Distrito Federal en un rango altitudinal amplio que va de los 10 hasta los 2 600 msnm; la superficie cultivada en el país oscila alrededor de 15 000 hectáreas. El tomate de cáscara es un componente frecuente en la dieta mexicana, sobre todo en purés y salsas, como saborizante y como planta medicinal. Existen muchas variedades autóctonas o “criollas” reconocidas por el color, tamaño del fruto y hábito de crecimiento de la planta. La recolección de fruta de las plantas arvenses es una práctica muy común en México, sobre todo en terrenos cultivados bajo sistemas agrícolas tradicionales en los cuales se cultiva principalmente maíz, frijol y calabaza. La especie *Physalis chenopodifolia* Lam. se encuentra en la fase inicial de domesticación y se considera un recurso genético potencial. De acuerdo con trabajos de recolección reciente, el tomate de cáscara no está en peligro inminente de erosión genética (Montes, 1991).

Algodón

Los centros de origen del algodón se encuentran localizados en México y en el Perú. En la actualidad, México se considera más importante dado que es la región de origen de *Gossypium hirsutum* L. que dio origen al algodón tipo Upland que se cultiva en todo el mundo. Las otras especies nativas de México son: *G. armoureanum*, *G. trilobium*, *G. lobatum*, *G. gossypioides*, *G. palmeri*, *G. morrillii*, *G. richmondi*, *G. thurberi*, *G. turneri*, *G. mexicanum*, *G. davidsonii*, *G. latifolium*, *G. yucatanense* y *G. punctatum*. Varias de las poblaciones de *Gossypium* están en peligro de extinción, ya que en exploraciones recientes en el noroeste de México se constató la desaparición de algunas poblaciones debido a remoción de la vegetación natural y la construcción de desarrollos turísticos.

Aguacate y parientes

García (1991) resume así la importancia y situación de los recursos genéticos de aguacate: “México es el primer productor de aguacate en el mundo; es posiblemente también el lugar de origen de al menos una raza cultivada y en el territorio se encuentra gran variación de plasma germinal. Sin embargo, se tienen pocos conocimientos al respecto, por lo que es urgente se realice investigación en las siguientes áreas: a) taxonomía; b) establecimiento de huertos experimentales sobre manejo; c) comparación de materiales nativos y de otros países, en dónde se disponga de variedades atractivas con posibilidades de mercado; d) evaluación de portainjertos, incluyendo materiales representativos de las tres razas de aguacate y además de *Persea schiedeana*; y e) trabajos de hibridación para lograr patrones y variedades.”

Arriaga et al. (1995) señalan que se piensa que la raza Mexicana se originó en las áreas del norte y centro de México (centro de Michoacán y occidente del Estado de México) y la raza Guatemalteca en las partes altas de ese país; en cambio acerca del origen de la raza Antillana aún existen muchas controversias. Varios autores, entre ellos Arriaga et al. (1995), señalan que en Mesoamérica aún persisten aguacates silvestres.

Entre los taxa de *P. americana* y otras especies relacionadas presentes en México, Arriaga et al. (1995) destacan:

- *P. americana* var. *drymifolia* (aguacate raza Mexicana) es el más antiguo de los aguacates cultivados, siendo usado como alimento por aproximadamente 8 000 años.
- *P. americana* var. *floccosa* es un taxón más bien raro que se encuentra en forma silvestre en las montañas de los estados de Veracruz, Puebla y Chiapas.

- *P. americana* var. *Nubigena* es una población homogénea de aguacates silvestres que se encuentra en los bosques de Puebla a Costa Rica; algunos autores consideran que la raza Guatemalteca es parte de este taxón.
- *P. schiedeana* es la especie morfológicamente más distinta del subgénero *Persea*, al que pertenecen los aguacates. Presenta muchas variantes en la forma del fruto. Esta especie se encuentra en las regiones cálidas del sur de México, así como en América Central y Colombia
- *P. parvifolia* se encuentra en el municipio de Chocomán, Ver., en donde se le conoce como “aguacate cimarrón” o “aguacatillo”.

En la actualidad se registra una muy acelerada erosión genética en aguacate y sus parientes “chinene” (*Persea schiedeana*) y anayos (*Beilschmiedia* sp.) como consecuencia de: a) la sustitución de las variedades “criollas” de aguacate cultivado por mejoradas, especialmente por la variedad “Hass”; b) la disminución de los huertos diversificados; c) el uso de la madera de los aguacates y sus parientes, para elaborar muebles y otros objetos; y d) la destrucción de grandes superficies de bosques y selvas en donde hay aguacates y sus parientes en condición silvestre.

Cactáceas⁶

La mayor diversidad genética en la familia de las Cactáceas se encuentra en México. Varios géneros y especies de esta familia desempeñaron un papel determinante para elegir el lugar de asentamiento de las tribus nativas en lo que hoy es México (Bravo, 1978). En épocas prehispánicas las Cactáceas jugaron un papel importante en los aspectos: religioso, alimenticio (flores, tallos, frutos y semillas), medicinal, ornamental y en la producción de grana (*Dactylopius coccus*), y después de la llegada de los españoles se agregó el uso forrajero. Actualmente, con excepción del uso religioso, todos los demás siguen siendo importantes. Además, habrá que agregar en la actualidad el potencial que tienen varias especies de esta familia en la conservación y el mejoramiento del ambiente.

Los géneros aprovechados como fuente de alimento humano, básicamente por sus frutos, son: *Pereskia*, *Opuntia* (“tunas”, “nopalitos”, “xoconoxtili”), *Hylocereus* (“pitahayas”), *Escontria* (“quietilla”, “jiotilla”), *Heliabrova* (“chende”), *Pachycereus* (“cardón pelón”, “cardón gigante”, “hecho” en Sinaloa, “chik” en Sonora), *Stenocereus* (“pitayas”, “pitahaya” y “xoconoxtle”), *Carnegiea* (“sahuaro”), *Machaerocereus*, *Neubaxomia* (“tetzto”, “teteche”), *Myrtillocactus* (“garambullo” y “cochal”), *Polaskia* (“chichipe”, “chichibe” y “chichitun”), *Echinocereus* (“alicoches” en el norte del país, “cardoncillos”), *Ferocactus* (“visnagas”) y *Mammillaria*. Hoy día los géneros de mayor importancia económica son *Opuntia*, *Hylocereus* y *Stenocereus* (Bravo y Sánchez, 1991).

El género *Opuntia* está integrado por al menos 300 especies localizadas desde Canadá hasta Chile (Scheinvar, 1995). En México se encuentran más de 100 de éstas (Bravo, 1978). Sus principales formas de aprovechamiento son como: fruta (tunas), verdura (nopalitos), forraje, medicinal y para producir cochinilla. Las principales especies productoras de fruta y forraje son *O. ficus-indica*, *O. streptacantha*, *O. lindheimeri*, *O. amyclaea*, *O. megacantha* y *O. robusta*, además de la gran cantidad de híbridos entre diferentes especies de este género (Pimienta y Muñoz, 1995; Scheinvar, 1995). Los clones productores de fruta en forma comercial son octaploides (Pimienta y Muñoz, 1995). La población rural de México aprovecha los brotes vegetativos de varias especies silvestres y de los clones cultivados para nopalitos; sin embargo, los de mayor importancia por su cultivo comercial corresponden a *O. ficus-indica* y al género *Nopalea* (Flores, 1995).

Para el cultivo de la grana fina (*Dactylopius coccus*) se indican *O. ficus-indica*, *O. atropes*, *O. megacantha*, *O. pilifera*, *O. sarca*, *O. streptacantha* y *O. tomentosa* (Portillo, 1995), aunque la más usada en la actualidad es la primera de estas especies.

⁶ La elaboración de este apartado de Cactáceas es obra del M.C. Pablo Cruz Hernández, Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo.

Para el tratamiento de pacientes con Diabetes mellitus tipo II, las especies más estudiadas son *O. ficus-indica*, *O. streptacantha* y *O. joconostle* (Meckes-Lozoya y Roman-Ramos, 1996; Morales, 1990; Ramírez et al., 1995).

El género *Stenocereus* comprende 24 especies, de las cuales 19 se encuentran en México (Bravo, 1978), se aprovechan los frutos de varias de sus especies, a las que se les llama más comúnmente "pitayas" y en algunos lugares "pitahayas", de ellas las que tienen mayor importancia por sus características para la producción comercial son: *S. queretaroensis*, *S. griseus*, *S. fricii* y *S. stellatus* (Cruz, 1997).

El género *Hylocereus* comprende de 16 a 18 especies, de las cuales en México se han descrito seis (Bravo, 1978). Comúnmente se les llama "pitahayas", de ellas la más común para su aprovechamiento como cultivo es *H. undatus* y en menor proporción *H. purpusii* y otras no bien identificadas (Cruz, 1994).

Anonáceas

México es muy rico en recursos genéticos de Anonáceas tanto de algunas especies de gran interés comercial actual, como de especies marginadas. Entre las especies de mayor importancia económica en esta familia están la guanábana (*Annona muricata* L.) y la chirimoya (*Annona cherimola* Miller). Con respecto a la región de origen de estos frutales, si bien la mayoría de los autores, entre ellos Mahdeem (1992), consideran a la guanábana como probablemente originaria de las Antillas y a la chirimoya de los Andes, otros autores, entre ellos Hernández (1986), las consideran de origen mesoamericano. León (1987) también señala la posibilidad de que la chirimoya sea de origen mesoamericano. En todo caso, en México existen muy importantes recursos genéticos de estas dos especies, principalmente en huertos familiares diversificados.

Otras especies de esta familia y que son originarias de Mesoamérica, en donde son bastante apreciadas en el ámbito local pero se consideran marginadas desde el punto de vista comercial, son el saramuyo (*Annona squamosa* L.), la ilama o papausa (*Annona diversifolia* Safford) y varias especies conocidas como "anonas" (*A. glabra* L., *A. purpurea* Moc. & Sessé y *A. reticulata* L.).

Jocote o ciruela tropical

Cuevas (1992) indicó que al jocote o ciruela tropical (*Spondias purpurea* L.) aún se le puede considerar un cultivo marginado, ya que son escasas las plantaciones comerciales, aunque su consumo va en aumento. Su consumo más generalizado es en forma de fruto fresco, en refrescos, confituras, almíbares y como fruta seca.

León (1987) hace notar que no hay propagación sexual de esta especie, por no formarse polen fértil, y que se multiplica por estacas.

Olmedo (1993) reporta que el germoplasma de la ciruela mexicana (*Spondias* spp.) existente en el estado de Morelos se puede agrupar en: Grupo 1) ciruelas cultivadas que fructifican en abril-mayo; Grupo 2) ciruelas silvestres, posibles ancestros del grupo anterior; y Grupo 3) ciruelas cultivadas que fructifican en septiembre-octubre.

Chayote

Lira (1992) concluye que este importante cultivo es originario de Mesoamérica, tanto por las crónicas de la conquista como por la distribución de sus parientes silvestres.

El cultivo del chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz.) va en aumento, la causa principal es porque su fruto se ha convertido en un importante producto de exportación, a la vez en el interior de México su fruto sigue siendo ampliamente usado como verdura y en algunos lugares es ampliamente apreciado el

“chinchayote”, que son las porciones tuberizadas de las raíces. En algunas áreas también se consumen como verdura los tallos y las hojas tiernas.

Artemio Cruz León, Profesor de la Universidad Autónoma Chapingo, realizó un estudio- hasta hoy inédito- sobre la erosión genética en este cultivo en el centro del Estado de Veracruz, que es una área de extraordinaria diversidad de este cultivo. Este investigador encontró que en la década de los ochenta, a pesar del considerable desarrollo comercial de esta hortaliza, en el cual la producción se basa en un solo tipo de fruto de los varios que existen, se conservó en general la diversidad de variantes en los huertos familiares.

Chía

Hay un grupo amplio de especies que se conocen genéricamente como chías, destacando las siguientes: *Salvia polystachya* (chía, tepechía o chineltacolo), *Salvia hispanica* de la que se produce la chía comercial e *Hyptis suaveolens* (chía gorda o grande) (Hernández, 1994). Los principales usos de la chía son: alimenticio en la preparación de bebidas y su harina mezclada con harina de maíz y amaranto; medicinal contra fiebres, diarreas, estreñimiento y regulación de la secreción biliar; y artesanal, porque el aceite de chia se usa para mejorar la calidad de las pinturas. Se considera un cultivo marginado desde la época colonial y en la actualidad se cultiva en pequeña escala en Morelos, Puebla, Guerrero y Jalisco. No hay un programa formal para la recolección y la conservación de estas especies.

Cacao

El chocolate era una bebida muy importante entre los aztecas, favorita de Moctezuma II, y se cree que era parte de la dieta de Quetzalcoatl (Díaz y Rochin, 1993). Como es sabido, el cacao (*Theobroma cacao* L.) es la base para la elaboración del chocolate. Poblaciones silvestres de esta especie se encuentran en México, Centro y Suramérica, aunque la definición sobre su centro de origen, según León (1987), aún está en discusión; sin embargo, la evidencia histórica muestra que en la época prehispánica se cultivaba en el área comprendida entre el sur de México y la actual frontera entre Costa Rica y Panamá. Actualmente en México se cultiva en los estados de Tabasco (64%), y Chiapas (35%), con 60 324 y 35 014 hectáreas, respectivamente; el resto se localiza en los estados de Veracruz, Nayarit y Yucatán (INEGI, 1994).

Vainilla

La vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews), además de emplearse como condimento y medicina, se ha usado como saborizante y aromatizador del chocolate. En México se cultiva comercialmente en los estados de Veracruz y Puebla, aunque potencialmente se puede cultivar en Tabasco, Chiapas, Zona Huasteca, Quintana Roo, parte de Oaxaca y Guerrero, en donde se encuentra en forma silvestre o en huertos familiares (Parra, 1987).

Cempoalxochitl o flor de muerto

Este vocablo fue usado en la época prehispánica para designar una serie de plantas de olor con inflorescencias amarillas y anaranjadas usadas en ceremonias religiosas. En los últimos años, el cempoalxochitl (*Tagetes* spp.) ha adquirido gran importancia en la industria fotográfica, en agricultura como nematocida e insecticida, en medicina contra enfermedades gastrointestinales y respiratorias y como pigmento en avicultura. Se han descrito 55 especies del género *Tagetes* en México, de las cuales *T. erecta*, *T. patula*, *T. tenuifolia* y *T. jalisciencis* se agrupan como cempoalxochitl; las dos primeras cultivadas y las otras silvestres (Castro, 1994). Son importantes las exportaciones de productos elaborados a partir de esta flor.

Rzedowski y Rzedowski (1985), citados por Castro (1994), señalan que existen muchas razas seleccionadas de cempoalxochitl, que difieren sobre todo en el tamaño y color de las cabezuelas, asimismo, indican que *Tagetes lunulata* pertenece al complejo que dio origen a las formas cultivadas de *Tagetes*.

Cacahuate

A pesar de que el cacahuate (*Arachis hypogaea*) no es originario de México, las evidencias arqueológicas de Tehuacán ubican su existencia alrededor de 200 años A.C.; por otro lado se ha subvalorado a México en cuanto a la diversidad genética presente. Existen al menos tres variantes importantes en México (Williams, 1994), el cacahuate “chino” (variedad botánica *hirsuta*), “cacaahuata” del tipo Virginia y “colorado” del tipo Valencia. La conservación del cacahuate en México se ha llevado a cabo in situ por los productores. Hace algunos años el INIFAP mantenía una colección en Delicias, Chih, pero al desaparecer el Programa Nacional, dicha colección desapareció. Recientemente, la Universidad Autónoma Chapingo y el Departamento de Agricultura de los EUA iniciaron la recolección de variedades tradicionales en varias regiones de México con fines de conservación ex situ, en tanto que investigadores de otras instituciones nacionales han recolectado muestras de tipos criollos en algunas regiones.

CULTIVOS ORIGINARIOS DE MÉXICO DE IMPORTANCIA RECIENTE O CON POTENCIAL PARA EL FUTURO

Tomate o jitomate

El antecesor comúnmente aceptado del tomate cultivado es *Lycopersicon lycopersicum* var. *cerasiforme* que es originario de la región Andina, de donde fue dispersado hacia otros lugares del Continente Americano y del mundo. La mejor aproximación acerca del sitio de domesticación es el área de Mesoamérica (Rick, 1990). En México, la forma silvestre de tomate se encuentra distribuida generalmente en las regiones tropicales y/o en lugares con humedad disponible y sin problemas severos de heladas. Las formas cultivadas en las zonas productoras más importantes como Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Michoacán corresponden a variedades mejoradas, mientras que las variedades autóctonas sólo es posible encontrarlas en algunas regiones de Oaxaca, Guerrero y Veracruz (Aguilar y Montes, 1993).

Girasol cultivado y sus parientes silvestres

México es considerado uno de los centros de origen del girasol (*Helianthus annuus* L.), la diversidad nativa de esta planta se ha considerado desde hace muchos años de gran potencial de aprovechamiento en México, aunque el país es tradicionalmente importador de productos del girasol (cerca de 150 millones de dólares en 1991). La variabilidad genética en las variedades disponibles en escala mundial es muy reducida ya que la gran mayoría provienen de variedades rusas. En territorio mexicano se han identificado 10 especies silvestres de *Helianthus*: *H. annuus* (cultivada y silvestre), *H. petiolaris*, *H. niveus*, *H. praecox*, *H. gracilentus*, *H. laciniatus*, *H. ciliaris*, *H. californicus*, *H. hirsutus* y *H. maximiliani*. De acuerdo con trabajos recientes de monitoreo y recolección, en México han desaparecido cuatro especies y muchas de las poblaciones existentes están en peligro de desaparecer (Gómez, 1993).

Agaves

México es considerado centro de origen del género *Agave*, del que según Granados (1993) existen 272 especies. Las diferentes especies de *Agave* se han utilizado para satisfacer y complementar una serie de necesidades básicas: alimento, fibras, forraje, medicamentos, construcción y elaboración de bebidas embriagantes. Algunas de las especies que destacan por su importancia regional son: *Agave fourcroides*, que es el henequén; *Agave tequilana*, el maguey tequilero; *Agave pacifica* y *Agave palmeri* para elaboración de bacanora; *Agave americana* para elaboración de pulque, atole de aguamiel, pan de pulque, como hortaliza, forraje y diversos usos medicinales; *Agave angustifolia* para producción de mezcal en Oaxaca; *Agave salmiana* y *A. mapisaga* para producción de pulque en el Valle de México.

Por su importancia económica destacan el henequén y el agave tequilero. A continuación se proporciona alguna información sobre estos dos cultivos.

Henequén

El henequén (*Agave fourcroides* Lem.) a principios del siglo XIX era al parecer una planta de escaso uso. En la segunda mitad de dicho siglo su cultivo creció vertiginosamente, especialmente en el norte de Yucatán, en donde por más de un siglo se convirtió en monocultivo, habiéndose llegado a cultivar hasta 250 000 hectáreas actividad de la que dependieron más de 500 000 familias y motivó un importante desarrollo industrial en diferentes épocas. En los últimos decenios la fibra de esta especie ha sido substituída por fibras sintéticas y por la fibra de su pariente, también mexicano, el sisal (*Agave sisalana* Perrine) producido en Africa.

Agave Tequilero

El *Agave tequilana* Weber es la planta que se utiliza para la elaboración de tequila y ha sido cultivada por más de un siglo en la región de Jalisco. Conforme a comunicación verbal del M.C. Abisaí García, investigador del Jardín Botánico de la UNAM, basándose en colectas de esta planta cultivada, ha sido posible establecer que *Agave angustifolia* también aporta material genético a este cultivo, encontrándose híbridos de esta especie con *Agave tequilana*.

La superficie sembrada en México con *agave tequilero* es de aproximadamente 50 000 hectáreas; la población de plantas se calcula en alrededor de 150 millones; la producción de tequila en 1992 fue de 68 millones de litros, de los cuales se exportaron 45 millones, con lo que se generaron divisas por 80 millones de dólares y empleo en actividades agrícolas relacionadas, para 22 000 personas. A finales del siglo pasado se reconocían algunas variedades regionales de las que se producía el tequila (Valenzuela, 1994): “mezcal chino”, “azul”, “bermejo”, “siguin”, “moraleño”, “chato”, “mano larga”, “zopilote”, “pie de mula” y otros más. La variedad azul es la permitida por la norma oficial para la elaboración del tequila y es la preferida por los productores industriales. La propagación del *agave tequilero* se realiza predominantemente con base en hijuelos de rizoma, lo que se ha practicado por al menos 200 años. La conservación de este recurso está íntimamente relacionado a los productores industriales, y no existe un programa oficial de conservación de las diferentes variedades ni de formas silvestres relacionadas, a pesar de su gran importancia económica.

Chicozapote

El chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) Van Royen) es un árbol de hasta 40 m de altura que se encuentra en la vertiente del Golfo desde San Luis Potosí, el norte de Veracruz y Puebla hasta la Península de Yucatán; y en la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas. Esta especie se ha aprovechado sistemáticamente desde 1915 para extracción de látex y producción de chicle. Además del aprovechamiento del látex, su madera es de excepcional dureza y en ocasiones se le ha dado un reducido aprovechamiento forestal; adicionalmente, se le protege dado que sus frutos son muy apreciados por su sabor, razón por la que en algunas zonas se le cultiva con ese fin.

Jojoba

Dentro de los recursos naturales de México se encuentra la jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneide. Esta es una planta nativa del desierto de Sonora y su fruto ha sido usado como medicina y alimento por nativos del desierto (Samayoa, 1978). La importancia de la jojoba radica en que en la actualidad se usa en la fabricación de lubricantes, agentes estabilizadores para la penicilina, shampoo, ceras saturadas, velas, jabones, surfactantes, resinas, desinfectantes, inhibidores de la corrosión y otros productos.

ALGUNOS OTROS RECURSOS FITOGENÉTICOS AUTÓCTONOS IMPORTANTES POR CATEGORÍA DE USO

Hortalizas

Dentro de esta categoría tienen especial importancia los quintoniles (*Amaranthus* spp.), chaya (*Cnidiosculus chayamansa*), chipilín (*Crotalaria longistrata*), guaje (*Leucaena* spp.), nopalitos (*Opuntia* spp.), izote (*Yuca elephantipes*), chayote (*Sechium edule*), calabacita italiana (*Cucurbita pepo*) y huauzoncle (*Chenopodium berlandieri nutalliae*).

Frutales

El aprovechamiento de frutas nativas ha sido parte importante de la dieta del habitante de la región mesoamericana; a barlovento, lado húmedo de las sierras, existen comunidades importantes de árboles con frutos comestibles (Sapotáceas, Anonáceas, Moráceas, Palmáceas y arbustos y herbáceas con retoños comestibles). En zonas secas sobresalen los productos de las Cactáceas. Dentro de las Sapotáceas destacan: zapote amarillo (*Pouteria campechiana*), zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stearn), chicozapote (*Manilkara achras*); entre las Anonáceas sobresalen la chirimoya (*Annona cherimolia*), la anona (*A. glabra*, *A. purpurea*, *A. reticulata*, *A. squamosa*) y la guanábana (*A. muricata*); entre las Mirtáceas es necesario al menos mencionar a la guayaba (*Psidium guajava*) y la guayabilla (*P. sartorianum*); destacan entre las Anacardiáceas la ciruela tropical (*Spondias mombin*) y el jocote (*S. purpurea*); entre las Rutáceas el zapote blanco (*Casimiroa edulis* y *C. viride*) y el matanso (*C. sapota*); de las Lauráceas el aguacate (*Persea americana*) y el chinine (*P. schiedeana*); de las Rosáceas el capulín (*Prunus serotina*) y el tejocote (*Crataegus mexicana* y *C. pubescens*); dentro de las Cactáceas destacan la tuna (*Opuntia* spp.), pitahaya (*Hylocereus* spp.) y la pitaya que comprende unas 24 especies de *Stenocereus*.

Chavelas y González (1985), tan sólo para el sureste de México, catalogan 81 especies importantes de árboles forestales que producen frutos comestibles.

Hongos comestibles

Los hongos comestibles silvestres son un recurso de gran importancia en México. Se reconocen aproximadamente 200 especies (Villarreal, 1993) distribuidas en prácticamente todas las condiciones ecológicas del país. Del total de especies, 112 se comercializan a baja escala en los mercados populares durante la época de lluvias. En años recientes, se ha intensificado el aprovechamiento intensivo de poblaciones silvestres de algunos hongos comestibles, esto con fines de exportación y por parte de algunas empresas extranjeras. De acuerdo con Villarreal (1993) la explotación intensiva ha hecho declinar las poblaciones silvestres de los géneros *Amanita*, *Boletus*, *Morchela*, *Lactarius*, *Russula* y *Tricholoma*, por lo que es urgente la regulación oficial para la explotación, establecer redes de monitoreo e iniciar trabajos de conservación ex situ.

Plantas medicinales

Prácticamente todos los inventarios meticulosos de plantas útiles colocan a las de uso medicinal como las más numerosas. El amplio uso de plantas medicinales se está extendiendo aún más en los últimos años como consecuencia de la crisis económica mundial, las múltiples deficiencias o efectos colaterales de las medicinas sintéticas y a la moda de volver a los productos naturales.

Con base en estudios del Instituto Mexicano para el Estudio de Plantas Medicinales (IMEPLAN) y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), se han logrado inventarios con 3 352 especies distribuidas en 1 214 géneros y 166 familias de plantas vasculares (Bye et al., 1991). Pese al elevado número de especies con reconocidas propiedades medicinales, parte importante de la República Mexicana carece de exploraciones etnobotánicas sobre los recursos genéticos de plantas medicinales.

En el Catálogo del IMSS se tienen registrados 13 200 ejemplares de herbario. De ellos se han revisado alrededor de 5 000 ejemplares pertenecientes a 145 familias botánicas, 616 géneros y 1 125 especies (Aguilar et al., 1994). Las familias mejor representadas, y por lo tanto con mayor potencial fitogenético, son: Asteráceas con 153 especies medicinales útiles, Fabáceas con 98 especies, Lamiáceas 53, Euforbiáceas 48 y Solanáceas con 45. Estas familias también se utilizan ampliamente como recursos herbolarios en otras partes del mundo (Aguilar et al., 1994).

Ornamentales

México es muy rico en este tipo de especies, que con frecuencia en los inventarios florísticos ocupan uno de los primeros lugares en los inventarios de flora útil (Pérez y Cruz, 1994; Martínez et al., 1995). Destacan en especial: las dalias (*Dahlia lehmannii*, *D. excelsa*, *D. coccinea* y *D. pinnata*), flor de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*), nardo (*Polianthes tuberosa*), cempoalxochitl (*Tagetes* spp.), ahuehuete (*Taxodium mucronatum*), oceloxochitl (*Tigridia pavonia*) y entre las Cactáceas sobresalen las biznagas (*Echinocactus platyacanthus*, *Ferocactus pringlei*, *Coryphantha elephantipens* y *Mammillaria collina*), reina de noche (*Selenicereus* spp.) y nopalillo (*Heliocereus elegantissimus*).

Conforme a Rzedowski (1995): son alrededor de 40 el número de especies mexicanas ornamentales más importantes en el ámbito mundial, destacando entre ellos nardo, cempoalxochitl, piñanona, nochebuena, tabachín, cacalozúchitl y hoja elegante. En un muestreo en catálogos de horticultores de diferentes países este autor encontró aproximadamente 600 especies de plantas mexicanas que se ofrecen a la venta; destacan las Cactáceas y las Orquidáceas, las que probablemente constituyen la mitad o más de ese número. Existe además un importante grupo de plantas ornamentales que no aparecen en catálogos, pero que sí son de uso consciente, muchas de ellas en estado avanzado de selección, por ejemplo, fresno, colorín, palo de rosa, muchas especies de manto, sintul, liquidámbar, cedro blanco y cacomite. Se calcula en 300 las especies ornamentales que se siembran en los jardines, en las calles, en los huertos familiares del país y que son plantas nativas aunque no aparezcan en los catálogos de los horticultores. En resumen, Rzedowski (1995) calcula en 1 000 el número de especies ornamentales mexicanas en uso y en otra cantidad igual con potencial de usarse.

FAMILIAS BOTÁNICAS MÁS PROMETEDORAS COMO FUENTES DE NUEVOS CULTIVOS

Las cinco familias botánicas más prometedoras en la búsqueda de nuevos cultivos son: Compuestas, Leguminosas, Solanáceas, Gramíneas y Euforbiáceas; estas familias tienen amplia distribución en el país y en el mundo e incluyen nuevos cultivos con un gran potencial económico (Martínez, 1991). Las características especiales en estas familias son: a) poseen ágiles mecanismos reproductivos y de dispersión de semillas; b) producen importantes cantidades de metabolitos secundarios; c) representan comunidades subclímax en áreas perturbadas, ya sea como malezas o plantas ruderales, y son abundantes en diferentes tipos de vegetación o floras; d) bajo el impacto humano tienden a desarrollar razas ecológicas, taxonómicas o químicas, así como a presentar altas tasas de poliploidía (Martínez, 1991). A continuación se presentan algunos datos y comentarios sobre estas cinco familias, que son además las familias con más perspectivas en nuestro país.

Compuestas

Es la familia más abundante entre las plantas superiores tanto en el ámbito mundial como en México, y en nuestro país se encuentra uno de sus tres principales centros de diversidad. Rzedowski (1998) calcula que en nuestro país hay aproximadamente 314 géneros y 2 400 especies de esta familia.

Acerca de las características biológicas de esta familia, Martínez (1991) indica que:

- a) Siendo la familia de plantas más abundante en todo el mundo, no es extraño que varias de sus especies cuenten con un amplio espectro de compuestos susceptibles de ser aprovechados con diferentes fines.

En el rubro de la alimentación los géneros *Porophyllum* y *Artemisa*, entre otros, cuentan con agentes amargos que son usados en medicina; algunas especies de *Stevia* tienen sustancias edulcorantes; los géneros *Heliantus*, *Cichorium* y *Artemisa* suministran agentes saborizantes y condimentos; *Carthamus* y *Helianthus* son fuentes de lípidos, en tanto que polisacáridos del grupo insulina, útiles a los diabéticos, se extraen de raíces en *Helianthus*, *Dahlia* y *Cichorium*.

En lo concerniente a sus usos medicinales, a pesar de ser esta una familia muy amplia, solamente se cuenta en la actualidad con 30 a 40 especies con potencial médico bien reconocido.

Tagetes, *Dahlia* y *Cosmos* pueden suministrar un colorante amarillo y también ser utilizadas como plantas ornamentales. *Heliopsis*, *Artemisia* y *Gnaphalium* tienen propiedades insecticidas, en tanto que *Parthenium* produce caucho.

Las Compuestas constituyen una familia que produce diferentes sustancias como lactonas y ácido vernólico, que son materia prima para la obtención de plásticos y productos antioxidantes.

- b) Las plantas de esta familia pueden ser manejadas con facilidad en diferentes zonas agrícolas del país, presentan varias razas ecológicas y pueden ser fuente de variación genética debido a su gran adaptabilidad a ecosistemas sujetos a perturbación (arvenses, ruderales y naturalizadas).
- c) Esta familia tiene una gran diversidad morfológica, ecológica y genética que hacen de este grupo plantas candidatas ideales para ser domesticadas.

Leguminosas

En nuestro país Rzedowski (1998) calcula que de esta familia hay 130 géneros (solamente superada en esta categoría por Compuestas y Gramíneas) y 1 800 especies (sólo superada por Compuestas).

Su potencial como alimento para el humano y sus animales domésticos, especialmente como fuentes de proteína y lípidos, ha sido comprobado en diversos estudios. También hay especies que se utilizan como: abono verde; materia prima para colorantes, taninos y fenoles; para el control de la erosión; ornamentales; insecticidas; materia prima para obtener gomas, ceras, cosméticos, plásticos, antioxidantes u otros usos industriales; maderables; y obtención de energéticos (Martínez, 1991).

Los siguientes géneros figuran entre los principales que se deben impulsar en cuanto a su utilización en México: *Phaseolus*, *Arachis*, *Centrosema*, *Lupinus*, *Stylosanthes*, *Prosopis*, *Pachyrhizus*, *Mimosa*, *Desmodium*, *Leucaena*, *Sophora*, *Sesbania*, *Galactia*, *Calapogonium* y *Acacia*.

Entre los compuestos químicos útiles que caracterizan a la familia están diferentes aminoácidos y proteínas; alcaloides de varias familias químicas, por ejemplo derivados de la quinolizidina, pirrolizidina, etc., y aminoácidos tóxicos como la homoarginina, la neurolatirisona, la canavina, etc. También se han extraído de ellas cianógenos, saponinas, flavonas e isoflavonas y otros glúcidos del tipo primidina (Martínez, 1991).

Solanáceas

Al igual que las otras familias citadas, ésta también es muy versátil en cuanto a su distribución. Especies de esta familia se encuentran en cualquier tipo de vegetación y tiene variadas formas de vida, aunque no es tan rica en número de especies como las dos anteriores. Es una familia poco estudiada taxonómicamente y se siguen describiendo nuevas especies, y es difícil su análisis filogenético.

Su cosmopolitismo y gran riqueza de compuestos químicos hacen de esta familia muy popular en alimentos, medicinas, colorantes, industria de cosméticos u otros usos industriales más sofisticados; algunas especies son tóxicas al hombre y a sus animales domésticos; hay también especies forrajeras, ceremoniales, estimulantes, especias e insecticidas o fungicidas en plantas. Algunas especies de esta familia son muy útiles como materiales de laboratorio así como en biología experimental.

En lo concerniente a los principales compuestos químicos, se han extraído de ellas: alcaloides, principalmente del grupo tropano; lactonas esteroidales o verthanólidos; alcaloides con ésteres; ácidos trópicos o derivados de la ornithina, hygrina y nicotina; ácidos grasos; esteroides y flavonoides.

En el caso de nuestro país en especial tienen un alto potencial económico y biológico los chiles, en especial *Capsicum annum*, con sus diversas variedades; las papas silvestres como *Solanum cardiophyllum*, *S. orizabense*, etc.; *Datura*; *Lycopersicon*; *Physalis*, *Jaltomata*; *Cestrum*; *Brunfelsia*; *Nicotiana*; *Solandra*; *Lycianthes*; *Lycium*; y *Petunia*. Con frecuencia las especies de esta familia son de fácil propagación. Son numerosas las especies de uso medicinal o industrial promisorias.

Gramíneas

México ocupa un lugar importante en cuanto a diversidad de esta familia. Rzedowski (1998) estima en 170 el número de géneros y en 950 el de especies de esta familia en nuestro país. Trabajos de la Universidad Nacional Autónoma de México han estimado 133 géneros con 564 especies, de las cuales 92 son introducidas. En cuanto a usos, 40 especies se emplean como medicinales, 32 como ornamentales, 28 tienen uso artesanal, 24 se utilizan para protección al suelo, 22 como alimento, 15 en la industria y construcción de viviendas rurales y 5 para uso ceremonial. En el aspecto forrajero 229 presentan valor regular, 196 bueno, 45 excelente, mientras que las restantes no tienen registrado valor forrajero.

Euforbiáceas

Esta es otra de las familias abundantes en la flora mexicana. Se encuentran en diferentes ecosistemas del país especies de sus géneros *Acalypha*, *Croton*, *Euphorbia*, *Jatropha*, *Cnidioscolus*, *Manihot* y otros de interés. Es un grupo de plantas que tienen varios compuestos secundarios como son: alcaloides, glucósidos, esteroides, terpenos, isoprenos, cumarinas, flavonas y flavonoides. Su utilización como alimento, fibras, papel y como base para la elaboración de medicinas, hacen de esta familia una de las más importantes en términos económicos y biológicos. Sin embargo, algunas especies resultan tóxicas al hombre.

PERSISTENCIA DE LA UTILIZACIÓN TRADICIONAL DE LAS PLANTAS

Un buen número de las comunidades rurales mexicanas utiliza un elevado número de plantas cultivadas y silvestres para satisfacer sus necesidades. Dichas comunidades generalmente ya tienen identificadas las poblaciones específicas de las plantas más apropiadas, y poseen abundante y muy valiosa información sobre las formas de uso y manejo de esos recursos fitogenéticos. Estos recursos vegetales y los conocimientos tradicionales asociados con ellos, tienen un valor vital para la supervivencia y desarrollo de las propias comunidades rurales, a la vez que poseen valor potencial comercial.

A continuación se presentarán resultados de algunos inventarios florísticos y de formas de uso en comunidades y regiones tanto predominantemente indígenas como mestizas; se comentará además algo de la gran importancia que para el tema de los recursos fitogenéticos tienen los huertos familiares. Cabe advertir que en las cifras que se manejan en este apartado en la mayoría de los casos incluyen no sólo plantas autóctonas sino también introducidas; llama la atención, entre muchas otras cosas, que las comunidades tradicionales mexicanas hayan incorporado como propias numerosas plantas introducidas.

Plantas útiles en comunidades indígenas

Las comunidades rurales indígenas con frecuencia se destacan por el elevado número de especies vegetales que utilizan, así como por los conocimientos asociados a su manejo y uso. Según se consigna a partir de resultados de estudios sobre estos aspectos en diferentes grupos étnicos del país.

Gómez (1985) resume el uso de plantas como alimenticias por algunos grupos indígenas, en la forma siguiente: los seris de la Costa de Sonora, conforme a Felger y Moser (1976), utilizan al menos 75 especies vegetales como fuentes de alimentos; los tarahumaras de la parte norte de la Sierra Madre Occidental, según Pennington (1963), 137; y los huastecos 201 especies, según el estudio de Alcorn (1982).

Cuevas (1991), en una comunidad totonaca de la Sierra Norte de Puebla, reportó un total de 482 especies de plantas superiores, correspondientes a 102 familias botánicas; de ellas 325 especies de 89 familias botánicas eran usadas por la población. Por familias botánicas las más abundantes en especies útiles, fueron las Compuestas con 33 especies, Leguminosas con 21, Cucurbitáceas con 15, Euforbiáceas con 14, y Solanáceas y Aráceas con 11 cada una. Los individuos con estudios escolares formales, en contraste con los que carecían de éstos, mostraron una capacidad significativamente inferior para reconocer los recursos vegetales. Se registró una relación inversa entre el nivel económico familiar de los individuos y su capacidad para identificar las especies susceptibles de utilizarse. Mientras el individuo mejor hablase y comprendiese el idioma totonaco, mayor y más profundo resultó el conocimiento del entorno vegetal. Por categorías antropocéntricas los grupos más abundantes fueron: las alimenticias con 122 especies, medicinales 80, ornamentales 63, construcción 24 y combustibles 20. Cabe advertir que de muchas especies se registró más de un uso.

Casas et al. (1994) en su estudio de cuatro comunidades del municipio mixteco de Alcozauaca, Gro., identificaron un total de 162 especies vegetales utilizadas como alimento. De éstas, 80 eran cultivadas en los diversos sistemas agrícolas aunque 20 de estas especies presentan poblaciones silvestres locales; 102 especies comestibles son silvestres, arvenses o ruderales. Destacan por su abundancia las verduras, frutas, semillas y granos.

Cedillo y Estrada (1996) en el Municipio de Tepoztlán, del estado de Morelos, donde aún se habla con frecuencia el náhuatl, registraron 346 especies de plantas útiles correspondientes a 96 familias botánicas. Las categorías de uso de mayor importancia fueron: medicinales con 152 especies, alimenticias con 93 y ornamentales con 62. Aunque en el grado de manejo para cada categoría se presentaron variantes, en todas predominan las plantas silvestres sobre las cultivadas, fomentadas y espontáneas, a excepción de las alimenticias en donde predominaron las cultivadas.

Martínez (1989), citado por Cuevas (1991), reportó que los campesinos de una comunidad mixteca utilizaban 106 especies.

Sanabria et al. (1996) encontraron en una comunidad náhuatl de la Sierra Norte de Puebla que dentro de las 50 especies alimenticias más importantes, en 28 de ellas se registra más de una variedad y en conjunto de las 28 especies se registran 86 variedades. En plátanos se registran siete variedades, en maíz 6, y en mango y café 5.

Martínez et al. (1995) encontraron en la Sierra Norte de Puebla 603 especies botánicas útiles, pertenecientes a 119 familias y 398 géneros; las familias más ampliamente representadas son Asteraceae y Fabaceae; el 75% de las especies se estima que son nativas y el resto introducidas; por categorías de uso destacan las medicinales (36%), comestibles (18%), ornamentales (12%) y combustibles (8%).

Plantas útiles en comunidades mestizas

En áreas consideradas mestizas también se registra con frecuencia un alto número de especies utilizadas. A continuación se dan algunos ejemplos:

González y López (1991) en el Municipio de Texcoco, Estado de México, inventariaron 490 especies y de ellas 252 resultaron ser usadas en alguna forma por la población local. Por categorías de uso destacaron: medicinales 75 especies, comestibles 51 (de ellas 41 especies de hongos), forrajeras 30 y combustibles 23; también, son numerosas las artesanales (10), maderables (7) y ceremoniales (6 especies).

Juárez et al. (1996) en su estudio de tres tipos de matorral en el Altiplano Potosino-Zacatecano, registraron 95 especies útiles que corresponden a 73 géneros de 36 familias. Los usos más frecuentes fueron medicinal, alimento y forraje. Las familias más importantes por la diversidad de usos y de especies útiles fueron Asteraceae, Cactaceae y Agavaceae.

Para los habitantes mestizos del Estado de Baja California Sur, Parra (1982), con base en fuentes de información antigua y contemporánea, así como innumerables entrevistas personales, presenta una relación de 107 especies alimenticias locales.

En Yucatán, Colunga y May (1992) encuentran que se cultivan 107 especies alimenticias; que de ellas 59 son de origen americano y 48 de otros continentes; destacan por su riqueza de especies los frutales, de los cuales se registran 31 especies originadas en nuestro continente y 25 especies de otros, entre estas últimas 13 cítricos.

En el estado de Veracruz, Toledo et al. (1994) reportan que los campesinos usan 72 especies en el sistema de producción de "milpa" y 107 en los huertos familiares; adicionalmente, tienen como sistemas de producción cultivos para el comercio: potreros, vainilla y bosques secundarios. Considerando todos los sistemas de producción aprovechan 234 especies de plantas y 13 de hongos comestibles.

Es muy notable la considerable diversidad dentro de especies que se conservan y aprovechan en muchas comunidades rurales, así por ejemplo, de acuerdo con Colunga y Zizumbo (1993) y Zizumbo y Colunga (1993), en algunas comunidades del estado de Guanajuato los campesinos distinguen y conservan 15 variantes de maíz, 45 de frijol, 14 de Cucurbita; asimismo, 70 variantes conservadas y aprovechadas de Opuntia pertenecieron a 15 especies.

Diversidad en huertos familiares

Los huertos familiares y otras parcelas campesinas altamente diversificadas son especialmente importantes por su diversidad, conservación de recursos fitogenéticos y por los procesos de domesticación. A continuación se mencionan los resultados de algunos estudios relevantes.

Caballero (1992) encontró que los huertos de la región maya de Yucatán son altamente diversos y complejos; comprenden 83 especies de plantas y variedades de árboles y arbustos con usos tales como fruta, medicinales, saborizantes, madera, ornamentales, rituales, granos alimenticios, utensilios caseros, colorantes, herramientas, etc. Hernández (1994) en su estudio de los "conucos" en Oxxutzcab, Yucatán, reporta 23 especies botánicas cultivadas.

Pérez y Cruz (1994), en su estudio de los huertos familiares en diez comunidades en la zona centro del estado de Veracruz, encontraron 225 especies que se agruparon en 84 familias y 189 géneros. Las familias más abundantes fueron: Compositae con 17 especies, Leguminosae 13, Solanaceae 13, Rosaceae 11 y Rubiaceae con 9. Aunque era de suponerse que los huertos de clima cálido fueran los más diversificados, se encontró que la variación específica no se correlaciona con la temperatura media anual, ya que por ejemplo la Comunidad de "Los Perales", en donde se registra un clima templado, presenta una mayor variación específica que en muchos de los huertos ubicados en climas cálidos. Las categorías mejor representadas fueron: plantas de ornato con 98 especies, alimenticias con 97 especies y medicinales con 65 especies.

Toledo et al. (1994), como ya se mencionó con anterioridad, en huertos familiares en el estado de Veracruz, reportan 107 especies.

Plantas útiles y cultivos comerciales a nivel nacional

En el ámbito de todo el país se estima en alrededor de 7 000 especies con uso. ¡Es decir, una de cada cuatro especies se utiliza de alguna forma! (Rzedowski, 1995). El grupo más numeroso lo constituyen las plantas medicinales, que, conforme comunicación personal de la M.C. Abigail Aguilar, Encargada del

Herbario de Plantas Medicinales del IMSS, ascienden aproximadamente a 3 300 especies. El número de plantas alimenticias se estima en 1 600, según comunicación personal del Dr. Javier Caballero, investigador del Instituto de Biología de la UNAM y del M C. Sergio Avendaño, investigador del Instituto de Ecología con sede en Jalapa, Ver. Otras dos categorías muy importantes y algo numerosas son las ornamentales y las que se dedican a leña y carbón, si bien entre las ornamentales predominan las introducidas.

En cuanto a la importancia de las plantas cultivadas Ortega et al. (1998) reporta que a escala de todo México:

- a) Se identificaron 246 plantas cultivadas de mayor importancia económica (Cuadro 2.1A) de ellas 108 son anuales y 138 perennes.
- b) Los 246 cultivos pertenecen a 66 familias botánicas, de ellas 13 familias aportan aproximadamente la mitad de los cultivos.
- c) Entre las 13 familias con mayor número de plantas cultivadas de importancia económica en México se encuentran: las tres familias mejor representadas entre la flora fanerogámica mexicana-Compositae, Leguminosae y Graminae- (Rzedowski, 1998), así como las cinco familias que Martínez (1991) señala como las poseedoras de mayor potencial para proporcionar nuevos cultivos a México: Compositae, Leguminosae, Solanaceae, Graminae y Euphorbiaceae.
- d) Si bien las plantas de origen mesoamericano son el grupo más numeroso (77 de 246), constituyen en la actualidad menos de la mitad de los cultivos de mayor importancia a nivel nacional.
- e) Los usos principales por número de plantas fueron: alimenticias (169 plantas), industriales (62), ornamentales (40), forrajeras (33), medicinales (20) y estimulantes (8). Para 154 plantas se consideró un solo uso principal, para 78 dos, para 13 tres y para una cuatro usos. En cuanto a usos, llama en especial la atención en este inventario preliminar de plantas cultivadas de importancia económica el bajo número de medicinales; esto se debe a que la mayoría de esta categoría de uso se recolecta más que cultivarse.

CONCLUSIONES

Sobresale en este capítulo la enorme riqueza de recursos fitogenéticos autóctonos de México estimados desde prácticamente todos los puntos de vista, entre los que destacan: a) la riqueza florística y de endemismos; b) la alta proporción de plantas que se utilizan de alguna manera especialmente por las comunidades rurales tradicionales, sean estas indígenas o mestizas. En este aspecto, cabe resaltar no sólo el recurso biológico sino también el conocimiento popular relacionado y que en gran parte no ha sido acopiado por los medios científicos; c) que México no sólo ha aportado un grupo excepcional de plantas domesticadas, sino que aún en muchas partes de nuestro territorio subsisten parientes silvestres de esas plantas, abundantes especies semidomesticadas y silvestres de gran importancia local y con perspectivas de ser cultivos promisorios; d) se detecta asimismo que si bien el maíz y cultivos asociados en la milpa ocupan casi la mitad de la superficie cultivada, es elevado el número de otros cultivos de importancia comercial.

Conviene advertir que existe una gran diversidad de condiciones naturales y socioeconómicas en el país, por lo que, además de enfoque nacional, revisten especial interés enfoques regionalizados en prácticamente todos los aspectos de los recursos fitogenéticos.

No obstante los numerosos trabajos de inventario existentes, reflejados en la bibliografía de este Capítulo, destaca lo fragmentario y disperso de los esfuerzos por registrar la diversidad de recursos fitogenéticos de nuestro país.

Un aspecto que es necesario subrayar, y que casi no se menciona en la literatura, es que tanto para México en su conjunto como para sus comunidades tradicionales, no sólo son fundamentales las plantas autóctonas sino también numerosas plantas introducidas.

Por la naturaleza del objeto del trabajo, es necesario un enfoque interdisciplinario en las actividades de recursos fitogenéticos. Para un adecuado estudio, conservación y aprovechamiento de la diversidad de recursos fitogenéticos, es necesario combinar adecuadamente los esfuerzos de los medios académicos, oficiales, de las comunidades y la colaboración internacional.

Dado lo complejo y contradictorio de las características de los recursos fitogenéticos de interés para México, es necesario establecer un inteligente conjunto de medidas con una jerarquización de problemas y división del trabajo entre los participantes en dichos esfuerzos, trátense de universidades, organismos gubernamentales de diferente nivel dentro del país, organismos extranjeros y agencias internacionales, organismos no gubernamentales, así como empresas y comunidades rurales.

Para terminar este capítulo parece apropiado reproducir el siguiente corolario de Rzedowski (1998):

“es muy importante no olvidar que así como circunstancias fortuitas dotaron a esta parte del planeta con una profusión inusual de recursos vegetales, en esa misma proporción resulta el grave e insoslayable compromiso de nosotros, los habitantes de México, de asegurar su perdurabilidad mediante un apropiado equilibrio entre aprovechamiento y conservación”.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta G., J. A., C. Quintero, V. Vargas, O. Toro, V. Tolme, and C. Cardona (in press)**, A new variant of arcelin in wild common bean, *Phaseolus vulgaris* L., from Southern México.
- Acosta G., J. A., J. S. Muruaga M. y F. Cárdenas R. 1991**. Utilización y disponibilidad de recursos genéticos de *Phaseolus* en México. In: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M. (eds). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 187-196.
- Aguilar C., A., J. R. Camacho, S. Chino, P. Jácquez y M.E. López. 1994**. Herbario Medicinal del Instituto Mexicano del Seguro Social. IMSS. México, D.F. 253 p.
- Aguilar S., M. y S. Montes H. 1993**. Recolección de germoplasma de *Capsicum*, *Cucurbita* y *Lycopersicon* en México. 1988-1991. En: A.M. Clausen, E.L. Camadro, A.F. López Camelo y M.A. Huarte (eds). Actas del II Simposio Latinoamericano sobre Recursos Genéticos de Especies Hortícolas. Argentina. pp. 53-82.
- Andrade A., J. A. 1986**. Cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Aguascalientes, México: Situación actual y comparación del plasma germinal 1940-1984. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Centro de Botánica. Chapingo, México. 253 p.
- Arriaga M., R., E. Avitia G. y A. Barrientos P. 1995**. Origen y evolución del aguacate. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Folleto No.267. Coatepec Harinas, Edo. de México. 21 p.
- Bellon, M. R. and S. B. Brush. 1995**. Keepers of maize in Chiapas, México. *Econ. Bot.* 48: 196-209.
- Benz, B. F. 1986**. Taxonomy and evolution of Mexican maize. Ph. D. Dissertation, University of Wisconsin, Madison. 433 p.
- Bravo H., H. 1978**. Las Cactáceas de México. Tomo I. Segunda Edición. UNAM. México. 735 p.
- Bravo H., H. y H. Sánchez M. 1991**. Las Cactáceas de México. Tomo III. UNAM. México. 643 p.
- Bukasov, S. 1981 (1930)**. Las Plantas Cultivadas de México, Guatemala y Colombia. Versión en Español por Jorge León, de la traducción inglesa de M.H. Byleveld CATIE, Turrialba, Costa Rica. 174 p.
- Bye, R., E. Estrada L. y E. Linares M. 1991**. Recursos genéticos en plantas medicinales de México. En: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M. (eds). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 341-359.
- Caballero, J. 1992**. Maya homegardens: past, present and future. *Etnoecológica* 1(1): 35-56.
- Casas, A., J. L. Viveros y J. Caballero. 1994**. Etnobotánica Mixteca.. CONACULTA-INI. 366 p.
- Castro R., A. E. 1994**. Origen, naturaleza y usos del cempoalxóchitl. *Revista de Geografía Agrícola* 20:179-189.
- Cedillo P., E. y E. Estrada L. 1996**. Las plantas útiles del Municipio de Tepoztlán, Mor. *Revista de Geografía Agrícola* 22-23: 39-71.
- Coe, M. D. 1988**. Mexico. 3rd edition. Thames and Hudson, London. 180 p.
- Colunga G., P. y F. May Pat. 1992**. El sistema milpero y sus recursos fitogenéticos. En: D.Zizumbo V. et al. (ed). La Modernización de la Milpa en Yucatán: Utopía o Realidad. CICY-Danida. pp. 97-134.
- Colunga G., P. y D. Zizumbo V. 1993**. Evolución bajo agricultura tradicional y desarrollo sustentable. En: E. Leff y J. Carabias (coordinadores) Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales, Vol. I., Grupo editorial M.A. Porrúa, México. pp. 123-163.
- Cruz H., J. P. 1994**. Métodos pertinentes al estudio de fitodomeesticación: pitayas (*Stenocereus* spp.) y pitahayas (*Hylocereus* spp.). En: J.A. Cuevas S., E. Estrada L. y E. Cedillo P (eds.). Memorias: Primer Simposium Internacional sobre Etnobotánica en Mesoamérica. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp.59-66
- Cruz H., J. P. 1997**. Otras cactáceas de importancia económica en México por su producción de frutos comestibles. En: R. E. Vázquez A., C. Gallegos V., N. Treviño H. y Y. Díaz T. (comp.). Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Memorias del VII Congreso Nacional y V Internacional. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México. pp. 70-80.
- Cuevas S., J. A. 1991**. Definición, aprovechamiento y conservación de recursos fitogenéticos en una comunidad indígena totonaca. Tesis de MC. Colegio de Postgraduados, Centro de Botánica. 177 p.

- Cuevas S., J. A. 1992.** Jocote, ciruelo (*Spondias purpurea*). En: J.E. Hernández B. y J. León (Eds). *Cultivos Marginados, Otra Perspectiva de 1492*. FAO. pp. 109-113.
- Chavelas P., J. y C. E. González V. 1985.** Catálogo de árboles forestales del sureste de México que producen frutos comestibles. SARH-INIF. Catálogo No. 10. México. 22 p.
- Debouck, D. 1991.** Systematics and morphology. In: A. Van Schoonhoven and O. Voyset (eds). *Common Beans, Research for crop improvement*. CIAT and C.A.B. International. pp. 55-118.
- Delgado S., A. O. 1985.** Systematics of the genus *Phaseolus* (Leguminosae) in North and Central America. The University of Texas at Austin Ph. D. Dissertation, U.M.I., Ann. Arbor., Michigan., USA. 363 p.
- Díaz C., H. y R. I. Rochin R. 1993.** Contribuciones de México a la alimentación y a la agricultura mundiales. En: J. De la Fuente, R. Ortega y M. Sámano (Coordinadores). *Agricultura y Agronomía en México 500 años*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México pp. 101-140.
- Espitia R., E. 1991.** Recursos genéticos de amaranto (*Amaranthus* spp.). En: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M. (eds). *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 197-216.
- Estrada L., E. I. J. (1989).** El Códice Florentino, su información etnobotánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 399 p.
- FAO. 1993.** Forestry statistics today for tomorrow. Roma. 47 p.
- Felger, R. S. y M. B. Moser. 1976.** Seri indian food plants: desert subsistence without agriculture. *Ecology of Food and Nutrition* 5:13-27.
- Flores V., C. A. 1995.** Factores económicos que afectan la producción de nopal en México. En: E. Pimienta B., C. Neri L., A. Muñoz U. y F. M. Huerta M. (comp.). *Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Memorias del VI Congreso Nacional y IV Internacional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México. pp. 228-234.
- García V., A. 1991.** El aguacate (*Persea americana* Mill.). En: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M. (eds). *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 261-279.
- Gómez P., A. 1985.** Los Recursos Bióticos de México (Reflexiones). INIREB. Alhambra Mexicana. 122 p.
- Gómez S., D. 1993.** Los girasoles silvestres: su diversidad y aprovechamiento en México. Resúmenes de la I Reunión Internacional y IV Nacional sobre Recursos Fitogenéticos, Cultivos Potenciales. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Montecillos, Estado de México. México.
- González L., J. y D. López V. 1991.** Los recursos vegetales silvestres en el municipio de Texcoco, México. En: Ortega, P. R., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 111-135.
- Granados S., D. 1993.** Los Agaves en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 252 p.
- Harlan, J. R. 1992.** *Crops and Man*. Second edition. American Society of Agronomy, INC. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wis. USA. 284 p.
- Hernández B., E. y J. León. 1992.** Prólogo. En: J.E. Hernández B. y J. León (Eds). *Cultivos Marginados, Otra Perspectiva de 1492*. FAO. pp. xix - xxii.
- Hernández E., C. 1994.** El conuco: una forma intensiva tradicional de producción hortícola en Oxtutzcab, Yuc. *Revista de Geografía Agrícola* 20: 109-124.
- Hernández G., J. A. 1994.** Chía (*Salvia hispanica*): Antecedentes y perspectivas en México. En: J.A. Cuevas S., E. Estrada L. y E. Cedillo P. (eds). *Memorias del I Simposio Internacional sobre Etnobotánica en Mesoamérica "Efraím Hernández X."*, Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 173-180.
- Hernández X., E. 1986.** *Biología Agrícola*. CECSA. México. 62 p.
- Hernández X., E. 1993.** Aspects of plant domestication in México. A personal View. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, and J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press. New York. pp. 733-753
- INEGI. 1994.** Anuario estadístico del estado de Jalisco. Edición 1994. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Juárez P., M. A., J. A. Reyes A. y J. A. Andrade A. 1996.** Flora útil de tres tipos de matorral en el Altiplano Potosino-Zacatecano. *Revista de Geografía Agrícola* 22-23: 23-38.
- León, J. 1987.** *Botánica de Cultivos Tropicales*. IICA. San José de Costa Rica. 445 p.

- Lira S, R. 1992.** Chayote (*Sechium edule*). En: J.E. Hernández B. y J. León (Eds). Cultivos Marginados, Otra Perspectiva de 1492. FAO. pp. 77-82.
- Lira S., R. y S. Montes H. 1992.** Cucúrbitas (*Cucurbita* spp.). En: J.E. Hernández B. y J. León (Eds). Cultivos Marginados, Otra Perspectiva de 1492. FAO. pp.61-75.
- López-Pereira., M. A. and J. C. García. 1997.** The maize seed industries of Brasil and México: Past performance, current issues and future prospects. CIMMYT Economics Working Paper 97-02. México D.F. 75 p.
- Louette, D. 1995.** Intercambio de semillas entre agricultores y flujo genético entre variedades de maíz en sistemas agrícolas tradicionales. En: J.A. Serratos, M.C. Willcox y F. Castillo G. (eds.). Memoria del Foro: Flujo Genético entre Maíz Criollo, Maíz Mejorado y Teocintle: Implicaciones para el Maíz Transgénico. INIFAP-CIMMYT-CNBA. El Batán, Estado de México. pp. 60-71.
- Mahdeem, H. 1992.** Anonas. En: J.E. Hernández B. y J. León (Eds). Cultivos Marginados, otra Perspectiva de 1492. FAO. Roma. pp. 83-90.
- Márquez S., F. 1994.** El Centro Nacional de Rescate y Mejoramiento de Maíces Criollos. En: J.A. Cuevas S., E. Estrada L. y E. Cedillo P. (eds). Memorias del I Simposio Internacional sobre Etnobotánica en Mesoamérica "Efraím Hernández X.", Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 131-136.
- Martínez A., M. A. 1991.** Cinco familias de plantas con potencial económico y genético para México. En: Ortega, P. R., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 53-62.
- Martínez A., M. A., V. Evangelista O., M. Mendoza C., G. Morales G., G. Toledo O. y A. Wong L. 1995.** Catálogo de Plantas Útiles de la Sierra Norte de Puebla. Serie Cuadernos 27. Instituto de Biología, UNAM. México. 304 p.
- Meckes-Lozoya., M. and R. Roman-Ramos. 1996.** *Opuntia streptacantha*: a coadjutor in the treatment of Diabetes mellitus. *Amer. J. Clin. Med.* 14:116-118.
- Montes H., S. 1991.** Tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam.). En: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M.(eds). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 251-259.
- Morales B., L. 1990.** Uso y experiencias en utilización del nopal (*Opuntia* sp. y *Opuntia ficus-indica*) dentro del campo de la medicina. En: III Reunión Nacional y I Reunión Internacional: El Nopal, su Conocimiento y Aprovechamiento. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coah., México. pp. 352-354.
- Ndung`n-Skilton, J. (compiler). 1998.** Summary of country reports from the second participants meeting for the project. In: D. I. Jarvis and T. Hodgkin (ed.). Strengthening the scientific basis of in situ conservation of agricultural biodiversity on farm. IPGRI. Rome, Italy. pp. 9-12.
- Nee, M. 1990.** The domestication of *Cucurbita* (*Cucurbitaceae*). *Econ. Bot.* 44: 56-68.
- Olmedo V., V. M. 1993.** Caracterización y distribución del germoplasma de ciruela mexicana (*Spondias* spp.) en el estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 76 p.
- Ortega P., R. 1973.** Variación en maíz y cambios socioeconómicos en Chiapas, México 1946-1971. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Rama de Botánica. Chapingo, México 200 p.
- Ortega P., R. 1992.** ¿Erosión genética de maíz en México? Resúmenes del Primer Congreso Internacional de Etnobotánica. Córdoba, España.
- Ortega, P. R., J. J. Sánchez G., F. Castillo González y J. M. Hernández Casillas. 1991.** Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. En: Ortega, P. R., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana. de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 161-185.
- Ortega P., R., M. A. Martínez A. y G. Rincón E. 1998.** Principales cultivos de México y sus regiones de mayor diversidad. Resúmenes del XVII Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Acapulco, Gro.
- Parra H., H. 1982.** Especies nativas de utilidad alimenticia de Baja California Sur. En: Segunda Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. SARH, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial No. 43. pp.53-68.
- Parra Q., R. A. 1987.** Cultivo in vitro y anatomía de óvulos de Vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 104 p.

- Pérez P., E. y A. Cruz L. 1994.** Los huertos familiares en la zona centro de Veracruz. *Revista de Geografía Agrícola* 20: 89-107.
- Pimienta B., E. and A. Muñoz U. 1995.** Domestication of opuntias and cultivated varieties. In: *Agro-Ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome, Italy. pp. 58-63.
- Portillo M., L. 1995.** Los hospederos de las cochinillas del carmín (*Dactylopius* spp.) y algunas consideraciones sobre su aprovechamiento. En: E. Pimienta B., C. Neri L., A. Muñoz U. y F. M. Huerta M. (comp.). *Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Memorias del VI Congreso Nacional y IV Internacional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México. pp. 62-65
- Pozo C., O., S. Montes H. y E. Redondo J. 1991.** Chile (*Capsicum* spp.). En: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V.A. González H. y M. Livera M.(eds). *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 217-238.
- Ramírez H., B. C., E. Pimienta B. y L Méndez M. 1995.** Efecto de la ingestión del fruto de *Opuntia joconostle* Web. sobre la glucemia y lípidos séricos. En: E. Pimienta B., C. Neri L., A. Muñoz U. y F. M. Huerta M. (comp.). *Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal*. Memorias del VI Congreso Nacional y IV Internacional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México. pp. 293-300.
- Rzedowski, J. 1995.** Aspectos de las plantas ornamentales mexicanas. *Revista Chapingo*. Serie: *Horticultura* Vol. 1. No. 3: 5-7
- Rzedowski, J. 1998.** Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores). *Diversidad Biológica en México, Orígenes y Distribución*. UNAM, Instituto de Biología. México. pp. 129-145
- Rick, C. M. 1990.** Perspectives from plant genetics: The Tomato Genetics Stock Center. Genetic Resources Conservation Program, Report Number 5, Davis, University of California.
- Samayoa A., E. 1978.** Jojoba. En: T. Cervantes S. (ed). *Recursos Genéticos Disponibles a México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 229-234.
- Sanabria D., O. L., M.A. Martínez A., V. Evangelista O., F. de M. Balcázar y M. Bedoya. 1996.** Utilización de germoplasma de plantas comestibles entre los paeces y los nahuas. *Revista de Geografía Agrícola* 22-23: 73-93.
- Sánchez G., J. 1989.** Relationships among the Mexican races of maize. Ph. D. thesis. North Carolina State University, Department of Crop Science. 187 p.
- Sánchez G., J. y J. A. Ruiz C. 1995.** Distribución del teocintle en México. En: J.A. Serratos, M.C. Willcox y F. Castillo G. (eds.). *Memoria del Foro: Flujo Genético entre Maíz Criollo, Maíz Mejorado y Teocintle: Implicaciones para el Maíz Transgénico*. INIFAP-CIMMYT-CNBA. El Batán, Estado de México. pp. 20-38.
- Scheinvar, L. 1995.** Taxonomy of utilized opuntias. In: *Agro-Ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome, Italy. pp. 20-27.
- Smith, B. D. 1995.** *The Emergence of Agriculture*. Scientific American Library, New York. 231 p.
- Toledo, V. M. 1988.** La riqueza biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 81: 17-30. CONACYT, México.
- Toledo, V. M. 1992.** Cambio climático y deforestación en los trópicos. Criterios para el análisis de un proceso complejo. *Ciencia* 43: 129-134.
- Toledo, V. M., B. Ortíz y S. Medellín M. 1994.** Biodiversity islands in a sea of pasturelands: Indigenous resource management in the humid tropics of Mexico. *Etnoecológica* 2 (1): 37-50. Centro de Ecología, UNAM, México.
- Torres W., B. 1989.** Las plantas útiles en México antiguo según las fuentes del siglo XVI. En: T. Rojas R. y W.L. Sanders (eds). *Historia de la Agricultura: Epoca Prehispánica Siglo XVI*. Tomo I. Colección Biblioteca del INAH, México. pp. 53-128.
- Valenzuela Z., A. G. 1994.** *El Agave Tequilero: Su Cultivo e Industrialización*. Editorial Agata, Guadalajara, México. 119 p.
- Vavilov, N. I. 1931.** México y Centroamérica como centro básico de origen de las plantas cultivadas del Nuevo Mundo. *Boletín de Botánica Aplicada, Genética y Fitomejoramiento*. Tomo 26. No. 3. En ruso. Traducción al español por E. Gribovskaia y R. Ortega P. publicada en 1994. *Revista de Geografía Agrícola* 20: 15-34.
- Vega Z., G. 1973.** Estudio de la infiltración genética de los maíces mejorados sobre los criollos de temporal en los estados de México, Puebla y Tlaxcala. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Chapingo, México.

- Villarreal R., L. 1993.** Diversidad de hongos comestibles, aprovechamiento y conservación de poblaciones silvestres en México. Resúmenes de la I Reunión Internacional y IV Nacional sobre Recursos Fitogenéticos, Cultivos Potenciales. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México.
- Whitaker, T. W. 1968.** Ecological aspects of the cultivated Cucurbita. Hort Science 3(1): 9-11.
- Wilkes, H. G. 1995.** El teocintle en México: Panorama retrospectivo y análisis personal. En: J.A. Serratos, M.C. Willcox y F. Castillo G. (eds.). Memoria del Foro: Flujo Genético entre Maíz Criollo, Maíz Mejorado y Teocintle: Implicaciones para el Maíz Transgénico. INIFAP-CIMMYT-CNBA. El Batán, Estado de México. pp. 11-19.
- Williams, D. E. 1994.** Exploración etnobotánica para recursos fitogenéticos de cacahuete en México. En: J.A. Cuevas S., E. Estrada L. y E. Cedillo P. (eds). Memorias del I Simposio Internacional sobre Etnobotánica en Mesoamérica "Efraím Hernández X.", Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 137-148.
- Zeven, A. C. and J. M. J. de Wet. 1982.** Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity: Excluding most ornamentals, forests trees and lower Plants. Pudoc, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. 270 p.
- Zizumbo V., D. y P. Colunga G. 1993.** Tecnología agrícola tradicional, conservación de recursos naturales y desarrollo sustentable. En: E. Leff y J. Carabias (coordinadores). Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales, Vol. I., Grupo Editorial M.A. Porrúa. México, D.F. pp. 165-202.



CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS EN MÉXICO

Froylán Rincón Sánchez¹ y Juan Manuel Hernández Casillas²

¹ *Profesor Investigador
Departamento de Fitomejoramiento
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,
Saltillo, Coahuila*

² *Investigador
Programa de Recursos Genéticos
Campo Experimental Valle de México, INIFAP
Chapingo, Estado de México*

<i>Introducción</i>	<i>65</i>
<i>Antecedentes</i>	<i>65</i>
<i>Conservación de germoplasma</i>	<i>67</i>
<i>Conservación in situ</i>	<i>67</i>
<i>Conservación de especies en su hábitat natural</i>	<i>68</i>
<i>Especies y variedades cultivadas en sistemas de agricultura tradicional</i>	<i>72</i>
<i>Conservación ex situ</i>	<i>74</i>
<i>Colecciones de semillas</i>	<i>75</i>
<i>Colecciones de campo</i>	<i>77</i>
<i>Colecciones en jardines botánicos</i>	<i>80</i>
<i>Colecciones in vitro</i>	<i>81</i>
<i>Uso y manejo del germoplasma</i>	<i>82</i>
<i>Infraestructura para conservación</i>	<i>83</i>
<i>Caracterización y evaluación</i>	<i>83</i>
<i>Documentación</i>	<i>84</i>
<i>Regeneración</i>	<i>84</i>
<i>Conclusiones</i>	<i>85</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>87</i>

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se intenta analizar, hasta donde lo permite la información disponible, las actividades relacionadas con la conservación de recursos fitogenéticos en México, así como el papel de las instituciones de investigación y enseñanza en la promoción y realización de estas actividades. El interés mayor de este trabajo se concentra en las actividades realizadas en torno a especies nativas, aunque también se incluye información sobre especies introducidas, dado que éstas forman parte de los programas nacionales de recursos fitogenéticos y algunas de ellas son importantes en la producción agrícola y en su diversificación.

Se describen asimismo, las actividades relacionadas con la conservación in situ y las principales variantes de la conservación ex situ, así como la participación de las diferentes instituciones en cada una de las modalidades de conservación. Más adelante se hace una breve descripción sobre el uso y manejo del germoplasma, enfatizando los aspectos relativos a la infraestructura. Además, se discuten diversos aspectos relacionados con la caracterización, evaluación, documentación y regeneración de germoplasma.

La información que se presenta proviene en parte del Informe sobre los Recursos Fitogenéticos de México, elaborado para presentarse en la Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, llevada a cabo en Leipzig, Alemania, del 17 al 23 de junio de 1996 (FAO, 1996), la cual fue complementada con datos obtenidos ex profeso, a través de una encuesta aplicada a investigadores de diversas instituciones nacionales que promueven y realizan investigación y enseñanza en torno a los recursos fitogenéticos (Cuadro 3.1); así como con información proveniente de la revisión de literatura en cada una de las secciones del documento.

Antecedentes

México no cuenta en la actualidad con un plan nacional para la conservación y manejo del germoplasma vegetal. El estudio, la conservación y el aprovechamiento de los recursos fitogenéticos son abordados por diversas instituciones y entidades en forma deficientemente coordinada.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), por ser la institución oficial encargada de la investigación agropecuaria y forestal en el plano nacional, ha concentrado tradicionalmente una gran cantidad de germoplasma de especies de utilidad especial para el sector agrícola. La conservación de recursos fitogenéticos requiere, sin embargo, de otras actividades, las cuales varían en función de la estrategia de conservación empleada y el tipo de especie. Por ello, otras instituciones realizan investigación en la misma dirección, entre las que se pueden citar a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), el Colegio de Postgraduados (CP), la Universidad de Guadalajara (U de G), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), entre otras no menos importantes. Conviene señalar que en su misión internacional, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) mantiene las colecciones más importantes de maíz y trigo de México, catalogadas y a disposición de entidades de investigación usuarias.

Cuadro 3.1. Instituciones y número de investigadores participantes en la consulta sobre la situación de los recursos fitogenéticos en México (1998).

INSTITUCIÓN	DESCRIPCIÓN	INVESTIGADORES
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo	1
CP	Colegio de Postgraduados	7
ECOSUR	Colegio de la Frontera Sur	3
FSSC	Fundación Salvador Sánchez Colín	2
IHNCH	Instituto de Historia Natural de Chiapas	4

INAH	Instituto Nacional de Antropología e Historia	1
INEAGRO	Instituto de Ecología Aplicada de Guerrero, A. C.	1
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias	39
IPN	Instituto Politécnico Nacional	2
ITA	Instituto Tecnológico Agropecuario # 23	1
PROPEG	Procuraduría de Protección Ecológica del Estado de Guerrero	1
UC	Universidad de Colima	1
UAA	Universidad Autónoma de Aguascalientes	1
UAC	Universidad Autónoma de Campeche	2
UAM	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	1
UA TLAX	Universidad Autónoma de Tlaxcala	3
UACH	Universidad Autónoma Chapingo	11
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León	1
UAT	Universidad Autónoma de Tamaulipas	5
U de G	Universidad de Guadalajara	7
UJAT	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	2
UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	1
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México	6
UV	Universidad Veracruzana	1
TOTAL		104

Buena parte de las actividades relacionadas con el estudio, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos, particularmente de cultivos básicos, ha sido desarrollada por el INIFAP. Estas actividades se iniciaron con la recolección de germoplasma nativo de maíz y frijol a partir de los años 40, por la Oficina de Estudios Especiales (OEE), un programa conjunto de la entonces Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) y la Fundación Rockefeller, lo que dio origen a las importantes colecciones de maíz y frijol que actualmente se tienen en INIFAP. Antes de la OEE, investigadores de la Oficina de Campos Experimentales de la Secretaría de Agricultura hicieron coletas de materiales criollos de varias especies con fines de fitomejoramiento.

Además del INIFAP, hay otras instituciones con responsabilidades en el ámbito nacional que desempeñan un papel muy importante por sus actividades de promoción y coordinación relacionadas con la conservación de recursos fitogenéticos, en particular con los programas de conservación in situ. Entre éstos se pueden citar al Instituto Nacional de Ecología (INE), organismo descentralizado de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), aunque en este sentido, el mayor énfasis de estas entidades está dirigido a la biodiversidad en su conjunto.

Conservación de germoplasma

La conservación de recursos fitogenéticos puede definirse como el conjunto de políticas y acciones dirigidas a asegurar su mantenimiento en el largo plazo, su estudio sistemático, su rejuvenecimiento y reposición y su disponibilidad con fines de uso por la sociedad. El germoplasma puede ser clasificado en cuatro categorías: 1) material mejorado en uso y variedades obsoletas; 2) variedades locales o nativas; 3) malezas y parientes silvestres de especies cultivadas; y 4) fuentes de genes especializados, como mutaciones, traslocaciones, etc. (Marshall, 1990). Por ello, la diversidad genética que habrá de conservarse está asociada con los diferentes niveles de organización y variación que existen en la naturaleza (ecosistemas, especies, poblaciones, individuos y genes). Por consiguiente, en un programa de conservación de recursos fitogenéticos es necesario definir los objetivos específicos de los cuales dependen las estrategias y metodologías de conservación, así como la distribución y la naturaleza del material biológico por conservar.

Con este fin se deben tomar en cuenta los aspectos siguientes: a) número de ecosistemas, especies, poblaciones, individuos y/o genes, y la cantidad de germoplasma disponible; b) calidad por la composición alélica y distribución, así como por fluctuaciones dentro de especies y poblaciones y c) tiempo o período para el cual se proyectan las actividades de conservación, y que varía desde la utilización práctica a corto plazo hasta los procesos evolutivos a largo plazo, que implican responsabilidades para las diferentes entidades que asuman estas tareas de conservación.

De manera general, la conservación del germoplasma abarca dos grandes categorías: 1) in situ, en la que la conservación de las especies se realiza manteniendo la integridad genética en su hábitat natural, y 2) ex situ, que implica la conservación en bancos de plasma germinal o de genes, colecciones de semillas, tejidos o polen, colecciones de campo y colecciones en jardines botánicos (Hoyt, 1988; FAO, 1989).

CONSERVACIÓN IN SITU

Con esta forma se busca la conservación de especies manteniendo la integridad genética en su estado natural en ambientes estables. Las reservas naturales reúnen estas características en el largo plazo y, a la vez, permiten el continuo proceso evolutivo dentro de estos ambientes naturales. La conservación in situ es apropiada para las especies que no pueden desarrollarse o regenerarse fuera de su hábitat natural; además, un ecosistema permite la conservación de varias especies al mismo tiempo y facilita la investigación en su hábitat natural. La conservación in situ se fundamenta en la conservación de un ecosistema o agroecosistema; sin embargo, es posible conservar poblaciones "criollas" o variedades nativas, por lo que se pueden diferenciar dos tipos de conservación in situ: 1) conservación de especies en su hábitat natural, y 2) conservación de especies cultivadas en sistemas de agricultura tradicional. La mayor parte de los programas de conservación in situ se refieren a la preservación de especies en su hábitat natural, sin embargo, recientemente ha surgido el interés en la conservación de poblaciones de cultivos nativos en comunidades rurales con sistemas de agricultura tradicional (Dempsey, 1996; Louette y Smale, 1996), así como en el establecimiento de programas de mejoramiento participativo donde se involucra la participación de los fitomejoradores y los agricultores (Eyzaguirre y Iwanaga, 1996; Louette y Smale, 1998).

Conservación de especies en su hábitat natural

Dada la gran diversidad florística y de tipos de vegetación de México estimada en 30,000 especies (Rzedowski, 1991), la conservación de especies en su hábitat natural tiene especial importancia. A pesar de que la comunidad científica reconoce el papel complementario de la conservación in situ y ex situ, quienes proponen los métodos in situ consideran importantes los siguientes aspectos:

- Muchos de los parientes silvestres de los cultivos no son de fácil acceso para recolectar semillas, propagarlas y, por consiguiente, ponerlas a disposición para su uso experimental.
- Es necesario desarrollar métodos para romper la dormancia e inducir la floración en algunas especies.
- Los mejoradores probablemente no usarán materiales silvestres y malezas si no se ha aplicado algún tipo de pre-mejoramiento o de investigación genética bajo condiciones controladas.
- Las poblaciones silvestres proporcionan materiales que han evolucionado conforme a los cambios ambientales como clima, enemigos naturales, contaminación, etc.

El principio básico relacionado con el establecimiento de una reserva es la conservación de suficiente diversidad genética que permita a las especies alcanzar su potencial evolutivo completo. La conservación en un lugar en donde crece una especie no necesariamente implica la conservación de su variación genética, por lo que es necesario disponer de metodologías adecuadas para satisfacer las necesidades específicas de cada especie o pariente silvestre. Para lograr lo anterior, es necesaria la participación de profesionales en numerosas disciplinas científicas, como la biología, genética de poblaciones, ecología y genética, entre otras.

La preocupación por la conservación de las áreas naturales en México data desde la época precolombina. Los esfuerzos están documentados desde la creación de áreas protegidas por Netzahualcóyotl y Moctezuma II. A fines del siglo pasado se inició la protección oficial de algunas zonas. Por ejemplo, en 1876 se decretó al Desierto de los Leones, que surtía de agua a la Ciudad de México, como la primera área protegida; posteriormente, en 1889, se instituyó por decreto el Parque Nacional El Chico, en el estado de Hidalgo. A mitad del presente siglo se iniciaron esfuerzos serios y constantes para el estudio y manejo de los recursos bióticos. Las primeras estaciones biológicas fueron creadas por el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y por el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

La problemática de las áreas protegidas de México fue resumida por Anaya et al. (1992) en la forma siguiente:

- Escaso reconocimiento de la utilidad de las áreas naturales protegidas.
- Falta de objetivos para una estrategia integral de desarrollo.
- Administración incipiente, deficiente e insuficiente.
- Carencia de planes de manejo, atención y vigilancia.
- Problemas de tenencia de la tierra.
- Reglamentos jurídicos deficientes.
- Limitados recursos económicos e insuficiente personal calificado.

Por su parte, la Universidad de Guadalajara ha mantenido una importante política de conservación ambiental, en la que destacan los esfuerzos enfocados a la protección de los recursos fitogenéticos. Es ampliamente conocido el redescubrimiento de *Zea diploperennis* en la Sierra de Manantlán, región que ha sido decretada como Reserva de la Biosfera, con el fin de poder conservar tan importante material y ampliar un horizonte de posibilidades en los programas de mejoramiento de maíz, uno de los cereales más importantes en escala mundial y el principal para México. En la actualidad, el Instituto Manantlán para el Estudio y Conservación de la Biodiversidad opera un amplio programa para el manejo de la zona protegida; además, desarrolla un proyecto de investigación sobre el maíz perenne y un intenso programa para la distribución de su germoplasma.

En la actualidad, el Instituto Nacional de Ecología (INE), a través del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, tiene documentadas y administra aproximadamente 111 áreas protegidas en sus diferentes modalidades, que en conjunto abarcan una superficie de 11,942,912 ha (Cuadro 3.2). Estas áreas naturales protegidas representan aproximadamente el 6.2% del territorio nacional y su localización se muestra en la Figura 3.2.

Cuadro 3.2. Superficie y número de áreas naturales protegidas de México.

CATEGORÍA	CANTIDAD	SUPERFICIE (ha)	%
Parques Nacionales	63	1,384,278	11.59
Reserva de la Biosfera	21	8,115,730	67.96
Área de Protección de Flora y Fauna	9	1,660,501	13.90
Área de Protección de Recursos Naturales	7	203,439	1.70
Monumentos Naturales	3	13,023	0.11
Otras Áreas en Recategorización	8	565,941	4.74
Total	111	11,942,912	100.00

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. <http://www.ine.gob.mx>, 1998.

La CONABIO y otras instituciones preocupadas por el deterioro de los ecosistemas han identificado y documentado las regiones prioritarias para la conservación in situ en México (Figura 3.1). Sin embargo, de estas regiones prioritarias, sólo una parte de ellas han sido oficialmente reconocidas como áreas naturales protegidas por el Instituto Nacional de Ecología (Cuadro 3.2 y Figura 3.2). La comparación visual de las áreas señaladas en las Figuras 3.1 y 3.2 muestran la necesidad de incrementar la superficie

de protección de estos ecosistemas y, por consiguiente, la conservación de germoplasma mediante sistemas de conservación *in situ*. En los programas de conservación señalados (Figura 3.1 y Figura 3.2), participan diversas instituciones de investigación y enseñanza en México. Sin embargo, algunas de estas instituciones no forman parte de programas de conservación nacional, por lo que es importante documentar estas actividades con la finalidad de definir una estrategia nacional de conservación *in situ*. Información adicional sobre programas de conservación de especies en su hábitat natural obtenida a través de la consulta a investigadores se presenta en el Cuadro 3.3, si bien la extensión de esta información puede considerarse parcial y es necesario completarla en un futuro inmediato.

Se puede constatar que además de los programas gubernamentales, existe interés en instituciones de educación superior y otras, entre las que se puede incluir a las ONG's, por desarrollar proyectos en temas diversos y con objetivos específicos. Las áreas oficialmente protegidas, así como aquellas que se encuentran estratégicamente declaradas como zonas de protección de recursos genéticos de flora y fauna, son útiles para realizar estudios sobre los patrones de diversidad genética, inventarios florísticos y estudios sobre el manejo eficiente y sostenible de los recursos, así como trabajos sobre conservación de poblaciones silvestres de diferentes especies y otras investigaciones.



Figura 3.1. Regiones prioritarias para la conservación *in situ* en México.
Fuente: <http://www.conabio.gob.mx>, 1998

Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre
1	Sierra de La Laguna	10	San Quintín-Isla San Martín	18	Punta Cirio
2	Sierra El Mechudo	11	Sierra de San Pedro Mártir	19	Isla Tiburón-Sierra Seri
3	Planicies de Magdalena	12	Sierra de Juárez	20	Cananea-San Pedro
4	Sierra La Giganta-Bahía Concepción	13	Santa María-El Descanso	21	Sierra de los Ajos y Buenos Aires
5	Vizcaíno-Isla Cedros-El Barril	14	Delta del Río Colorado-Alto Golfo de California	22	Sierra del Tigre
6	Sierra de la Libertad	15	Gran Desierto de Altar-El Pinacate	23	Mazocahui-Puerta del Sol
7	Islas del Golfo de California	16	Bahía de San Jorge	24	Mazatán
8	Valle de los Cirios	17	Sierra del Viejo	25	Soyopa
9	Isla Guadalupe			26	Sahuaripa

Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre
27	San Javier-Tepoca	84	Pueblo Nuevo		Zapata
28	Yécora-El Reparo	85	Guacamayita	138	Huitepec-Tzontehuitz
29	Sierra Libre	86	La Michilía	139	La Chacona-Cañón del Sumidero
30	Cajón del Diablo	87	Sierra de Órganos	140	El Suspiro-Buenavista-Berriozabal
31	Sierra Bacatete	88	Sierra de Jesús María	141	Bosques Mesófilos de los Altos de Chiapas (Tila-Yerbabuena/Rayón-Coapilla/Tapalapa)
32	Las Bocas	89	Islas Marías	142	Triunfo-Encrucijada-Palo Blanco
33	Sierra de Álamos	90	Sierra de Bolaños	143	Tacaná-Boquerón-Mozotal
34	Sierra de San Luis-Janos	91	Sierra Fría	144	Selva Espinosa Chicomuselo-Motozintla
35	Río Bavispe	92	Juchipila	145	El Momón-Margaritas-Montebello
36	Cuarenta Casas	93	Sierra de Álvarez	146	Lacandona (Montes Azules-Marqués de Comillas-Cañada)
37	Médanos de Samalayuca	94	Llanura del Río Verde	147	Silvituc-Calakmul
38	Gómez Farías, Chihuahua	95	Sierra de Abra-Tanchipa	148	Río Hondo
39	Sierra del Nido-Pastizal de Flores Magón	96	Sierra de Vallejo-Talpa	149	Zonas Forestales de Quintana Roo
40	Boquillas del Carmen-Río Grande	97	Chamela-Cabo Corrientes	150	Sian Ka'an-Uaymil
41	Cañón de Santa Elena	98	Manantlán	151	Zona de Punto Put
42	Basaseachic	99	Sierra de Santa Rosa, Guanajuato	152	Centro-sur de Cozumel
43	Alta Tarahumara	100	Lago Cráter Hoya	153	Isla Contoy
44	Cañón de Chínipas	101	Cerro Trompetero-Cuitzeo	154	Dzilám-Ría Lagartos-Yum Balam
45	Barrancas del Cobre	102	Cerro Zamorano	155	Petenes-Ría Celestún
46	Montes Azules-Chihuahua	103	Cañones de Afluentes del Pánuco		
47	El Berrendo	104	Tlanchinol		
48	Guadalupe, Calvo y Mohinora	105	Huayacocotla		
49	Sierra Maderas del Carmen	106	Laguna de Tamiahua-Tuxpan		
50	Sierra de Santa Rosa, Coahuila	107	Encinares de Nautla		
51	Río San Rodrigo-El Burro	108	Dunas Costeras de El Morro		
52	Cinco Manantiales	109	Cuenca del Papaloapan		
53	Área Fronteriza de Matorral Tamaulipeco	110	Sierra de los Tuxtlas-Laguna del Ostión		
54	Sierra de la Madera	111	Tancitaro		
55	Cuatro Ciénegas	112	Sierra de Coalcomán		
56	Sierra la Fragua	113	Infiernillo		
57	Lagunas de Jaco	114	Sierra de Chincua		
58	Mapimí	115	Nanchititla		
59	Sierra de la Paila	116	Sierra de Taxco		
60	Sierra Picachos	117	Sur del Valle de México		
61	Sierra de Arteaga	118	Cuetzalan		
62	Tokio	119	Perote-Orizaba		
63	San Antonio Peña Nevada	120	Sierra Madre del Sur de Guerrero		
64	Puerto Purificación	121	Cañón del Zopilote		
65	El Huizache	122	Sierra de Huautla		
66	Delta del Río Bravo	123	Tehuacán-Cuicatlán		
67	Norte de Laguna Madre	124	Sierra Granizo		
68	Sierra de San Carlos	125	Sierra Trique		
69	Valle de Jaumave	126	Sierra de Tidaá		
70	El Cielo	127	Sierra Norte de Oaxaca		
71	Sierra de Tamaulipas	128	Zimatlán		
72	Cenotes de Aldama	129	Río Verde Bajo		
73	Encinar Tropical de Tamaulipas	130	Manglares de Chacahua-Manialtepec		
74	Rancho Nuevo	131	Sierra Sur y Costa de Oaxaca		
75	Ciudad Altamira	132	Sierra Mixe-La Ventosa		
76	San José	133	Selva Zoque (Chimalapas-Ocote-Uxpanapa)		
77	Río Humaya	134	Sepultura-Tres Picos-El Baúl		
78	Marismas Topolobampo-Caimanero	135	Pantanos de Centla-Laguna de Términos		
79	Río Presidio	136	El Manzanillal		
80	Marismas Nacionales	137	Lagunas Catzajá-Emiliano		
81	Cuchillas de la Zarca				
82	San Juan de Camarones				
83	Santiaguillo				

Cuadro 3.3. Programas de conservación de especies silvestres en su hábitat natural.

INSTITUCIÓN	AREA O DEPARTAMENTO	TIPO DE CONSERVACIÓN	ACTIVIDADES
CP	Campus Tabasco	Reserva de bosque tropical	Plan de manejo de la reserva y protección de recursos naturales.
CP	Campus Tabasco	Parque ecológico de la Chontalpa (en proceso), Area de Protección de Flora y Fauna.	Estudio y conservación de palmas y orquídeas.
ECOSUR	Conservación de Biodiversidad	Bromelias	Conservación de recursos no maderables de Chiapas.
INIFAP	Forestal, agrícola y pecuaria. C. E. China, Campeche.	Area semillera de caoba y terrenos de los campos experimentales.	Asesoría sobre el manejo y conservación de arboles seleccionados en el ejido.
IHNCH	Areas Naturales	Viveros ex situ	Conservación de Cycadas y palmas. Uso sostenible por las comunidades.
PROPEG		Parque Estatal Omiltemi	Protección de mantos acuíferos y suelo; preservación de especies vegetales y animales.
UACH	Fitotecnia	Parcelas campesinas	Evaluación de recursos domesticados y arvenses en Puebla.
UACH	Centro Regional Universitario Península de Yucatán.	Reserva de Bosque Tropical (en formación)	Restablecimiento natural de la vegetación.
UACH	Centro Regional Universitario Oriente (Huatusco, Ver.).	Jardín Botánico Natural	Conservación de la flora, investigación y enseñanza.
UAT	Instituto de Ecología de Alimentos	Reserva de la biosfera del Cielo.	Aspectos productivos al nivel de huerto familiar.
UAT	Instituto de Ecología de Alimentos	Areas de matorral natural	Investigación básica y desarrollo tecnológico con los sectores productivos de la región.
UNAM	Jardín Botánico	Conservación en campos de agricultores	Conservación y fomento de poblaciones silvestres de Phaseolus, Cucurbita y Sechium.

Especies y variedades cultivadas en sistemas de agricultura tradicional

Según se analizó en el Capítulo II, la agricultura tradicional en México se caracteriza por el aprovechamiento de un gran número de especies para usos diversos (alimentación, construcción, etc.) y por hacer el mejor uso de los nichos ecológicos disponibles. Debido a situaciones políticas, económicas y sociales, las áreas con baja productividad debido a condiciones de clima, topografía y suelo, son ocupadas actualmente por grupos étnicos marginados, que han sido poco influenciados por la agricultura moderna hasta el momento y que explotan los recursos disponibles de manera más integral, evitando de esa manera el deterioro del ambiente.

Algunos grupos de investigación, en especial los de etnobotánica del Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad Nacional Autónoma de México, han documentado el gran papel de las comunidades campesinas en la conservación in situ de los recursos fitogenéticos (Colunga y Zizumbo, 1993; Zizumbo y Colunga, 1993; Caballero, 1992; Toledo et al., 1994). Diversos trabajos de investigación en maíz han documentado la importancia del intercambio de semillas entre agricultores, entre y dentro de comunidades rurales para explicar la contribución del material genético foráneo en la variación y conservación de la diversidad genética (Louette, 1996; Louette y Smale, 1996). Estos autores concluyen que existe un flujo del material genético entre agricultores y entre comunidades lo cual contribuye, en parte, a la modificación gradual de la diversidad genética de los materiales locales, en lugar de un desplazamiento de estos por variedades foráneas. No obstante que estos estudios demuestran la posibilidad de mantener la diversidad genética de especies cultivadas en sistemas agrícolas tradicionales, el flujo genético de material mejorado hacia las variedades locales podría tener

implicaciones substanciales por la difusión de alelos de dudosa procedencia o bien por un efecto desconocido de los mismos, como podría suceder en el caso del uso de materiales transgénicos.

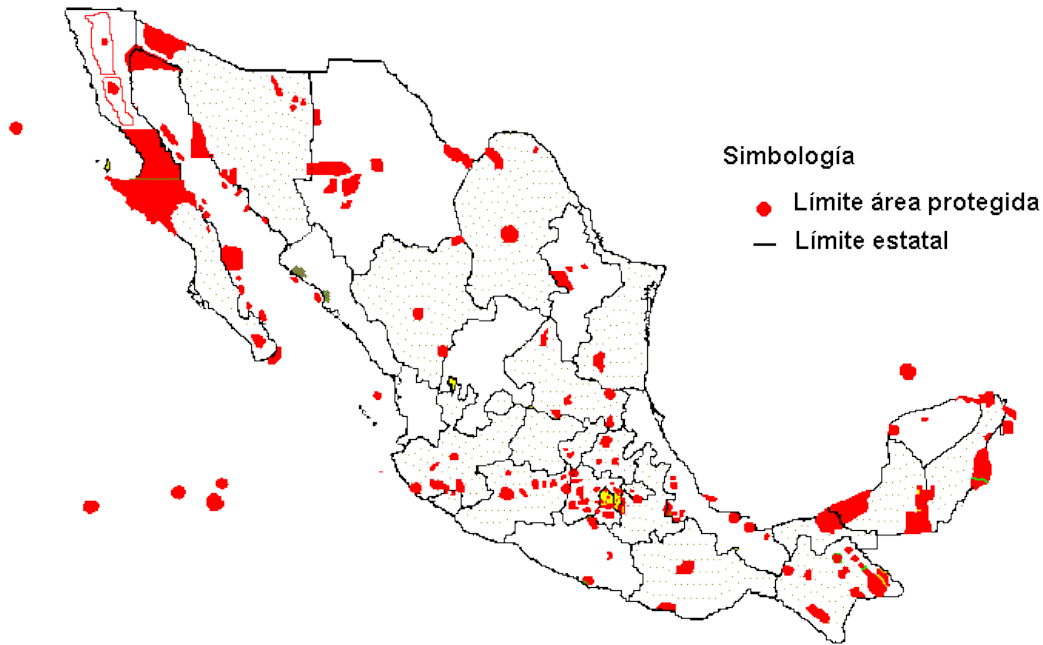


Figura 3.2. Localización de las áreas naturales protegidas en México.
(Fuente: <http://www.ine.gob.mx>, 1998)

En el Cuadro 3.4 se presenta la información obtenida de investigadores mexicanos sobre este tipo de actividades. Es evidente que investigadores de diversas instituciones están involucrados en actividades de conservación de especies cultivadas in situ, como una modalidad de la forma tradicional de conservación.

El riesgo de pérdida de recursos debido a los cambios en los sistemas de producción, el deterioro ambiental y la deforestación, entre otros factores, ha promovido el establecimiento de programas de conservación de poblaciones nativas in situ. En este sentido, el mejoramiento participativo de los recursos genéticos en las comunidades como ha sido sugerido por varios autores (Eyzaguirre y Iwanaga, 1996; Louette y Smale, 1998), pudiera ser una estrategia con gran potencial, ya que con ella sería posible mejorar las poblaciones nativas, al mismo tiempo que se mantiene la diversidad genética inherente, así como las características distintivas de interés local o regional.

Cuadro 3.4. Ejemplos de conservación de especies cultivadas en sistemas de agricultura tradicional.

INSTITUCIÓN	AREA O DEPARTAMENTO	ACTIVIDADES
CP, UACH, UNAM, INIFAP	Varios	Proyecto "Milpa". Estudio y promoción de la conservación y mejoramiento de la diversidad nativa de maíz, frijoles, calabazas y quelites.
CINVESTAV [†] , UACH, CP, INAH [‡] , ITA-4 [¶] , IPGRI [#]	Varios	Proyecto para establecer las bases científicas de la Conservación in situ de la agrobiodiversidad de la milpa en Yaxcabá, Yucatán; mejoramiento participativo de maíz, ibes, calabazas, chiles.
ECOSUR	División Sistemas de Producción Alternativos	Diseño y evaluación de sistemas de cultivo diversificados, para una agricultura económica y ecológicamente robusta, en regiones campesinas.

INIFAP	Recursos genéticos, C.E. Uruapan, Mich.	Conservación y aprovechamiento de tipos silvestres y domesticados de aguacate y especies relacionadas.
CIMMYT, INIFAP	Varios.	Conservación de maíz in situ en Oaxaca. Mejoramiento participativo agricultor-investigador.
UACH	Centro Regional Universitario Centro-Occidente	Estudio de los recursos genéticos de especies nativas de frutales. Establecimiento de huertos de chirimoya para evaluación agronómica y protección.
UACH	Centro Regional Universitario Oriente. Huatusco, Ver.	Proyecto de mejoramiento participativo de maíz en el área de Huatusco, Ver. Estudio y promoción de la conservación y mejoramiento de la diversidad nativa de maíz en el área.
U de G	Depto. de Botánica y Zoología	Creación de un patrón de cultivo del carrizo y Lupinus.
U de G	Varios	Conservación de variedades locales de maíz y mejoramiento participativo en la Sierra de Manantlán.
UAM	Centro de Investigaciones Biológicas	Parcelas comerciales con agricultores. Evaluación de plantaciones, selección de individuos y asesoramiento sobre formas alternas de manejo.
UNAM	Jardín Botánico	Parcelas experimentales de quelites y agroecosistemas de milpa y frijol.

[†] Centro de Investigaciones Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional.

[‡] Instituto Nacional de Antropología e Historia.

[¶] Instituto Tecnológico Agropecuario No. 4.

[#] Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (International Plant Genetic Resources Institute).

CONSERVACIÓN EX SITU

La conservación ex situ ha sido la estrategia de conservación más utilizada, debido a que se presta a diferentes modalidades y, en menor grado, a los costos de manejo. Las principales variantes de este tipo de conservación incluyen las colecciones de semillas (conocidas comúnmente como bancos de semillas), colecciones de campo, colecciones en jardines botánicos y colecciones in vitro. Además, existen las colecciones de trabajo en poder de los fitomejoradores y algunas colecciones de germoplasma manejadas bajo condiciones de invernadero. En esta sección se pretende discutir por separado cada modalidad, con base en los resultados derivados de la aplicación de la encuesta, así como de la información documentada disponible y aportaciones de expertos en la materia.

Colecciones de semillas

Las colecciones de semillas o bancos de germoplasma existentes tienen en su mayoría un origen común, ya que fueron usadas como fuentes de germoplasma básico, controladas por los fitomejoradores. Este material genético, mantenido en los bancos de germoplasma, es utilizado principalmente en programas de investigación para identificar la materia prima útil que tratará de incorporarse en los trabajos de fitomejoramiento como fuentes de resistencia a plagas y enfermedades y, en general, a factores adversos. Se utilizan igualmente para estudios de genética básica y etnobotánica.

El Programa de Recursos Genéticos del INIFAP se reorganizó en 1978, cuando se le transfirieron las colecciones de diferentes cultivos que se encontraban controladas por los fitomejoradores como maíz (*Zea spp.*), frijol (*Phaseolus spp.*), chile (*Capsicum spp.*) y calabaza (*Cucurbita spp.*), bajo las siguientes consideraciones (Cárdenas y Montes, 1992):

- Los programas de mejoramiento de dichos cultivos tenían gran presión para la obtención de variedades mejoradas, por consiguiente, descuidaban los materiales depositados en dichas colecciones.
- Gran superficie de México se encuentra localizada en Mesoamérica, región considerada uno de los megacentros de diversidad fitogenética, por lo que deberían recolectarse, estudiarse y conservarse todas las especies cultivadas y sus parientes silvestres, así como aquellas con potencial de uso en la alimentación humana y animal, en la medicina, y en general, para el bienestar del hombre.
- Era menester introducir plasma germinal de las plantas de importancia económica actual y futura, no originarias de Mesoamérica, con el fin de aumentar la variabilidad genética en los programas de mejoramiento.

- Había que incrementar y preservar los materiales de las diferentes especies vegetales, con la menor desviación genética posible, y proporcionar materiales genéticos e información a los investigadores del INIFAP y a otras entidades científicas nacionales e internacionales.

En el Cuadro 3.1A del Apéndice se presentan los números de accesiones y especies existentes en los bancos de germoplasma del INIFAP. En estas cifras destacan las colecciones de Zea, Phaseolus, Capsicum, Cucurbita, especies forrajeras y Amaranthus, igualmente importantes son las colecciones de Gossypium silvestre, Theobroma, Physalis y Persea.

La Universidad Autónoma Chapingo (UACH) ha estado involucrada por muchos años en actividades relacionadas con los recursos fitogenéticos. La participación del Maestro Efraím Hernández Xolocotzi Guzmán en la enseñanza de la Botánica y Etnobotánica, y en la recolección, conservación y estudio de los recursos fitogenéticos por casi 40 años, contribuyeron a la formación de un gran número de investigadores.

Durante la década de 1980 se formalizaron las actividades sobre recursos fitogenéticos en la UACH y se formó el Banco de Germoplasma de Especies Nativas "Ing. Agr. Gilberto Palacios de la Rosa", dependiente del Departamento de Fitotecnia (Ortega et al., 1996). En esta Universidad se han estructurado cerca de 20 programas interinstitucionales de investigación, de los cuales los más relacionados con las actividades de recursos genéticos son: Programa de Recursos Fitogenéticos y Cultivos Alternativos; Etnobotánica y Plantas Medicinales; Hortalizas y Ornamentales; Recursos Naturales; Bosques; Nopal; Centro de Genética Forestal; Frijol y otras Leguminosas de Grano Comestible y el Centro Nacional de Rescate y Mejoramiento de Maíces Criollos. Las actividades principales de estos programas se relacionan con la ubicación geográfica de las especies vegetales de interés antropocéntrico; la recolección de germoplasma y registro sistemático del conocimiento empírico; manejo y aprovechamiento de las plantas; evaluación; conservación; y utilización.

En la UAAAN no se cuenta con una unidad de recursos fitogenéticos per se, que coordine el manejo, uso y conservación de germoplasma. Sin embargo, las actividades y experiencia de los grupos de investigación en diversos cultivos agrícolas mantienen en sus programas importantes colecciones de germoplasma (colecciones de trabajo). Por citar algunos ejemplos, en el Departamento de Fitomejoramiento se cuenta con material mejorado, criollo y, en algunos casos, parientes silvestres de cultivos como maíz, frijol, trigo, sorgo, oleaginosas, plantas forrajeras, etc. En el Departamento Forestal se cuenta con una colección de semillas de árboles forestales conservada bajo condiciones de refrigeración, además, proyectos relacionados con la conservación de especies forestales in situ.

En el Cuadro 3.5 se presenta información parcial sobre el número de accesiones conservadas por algunas instituciones en México.

Cuadro 3.5. Número de accesiones conservadas en diferentes instituciones de México.

INSTITUCIÓN	LOCALIZACIÓN	ACCESIONES [†]	%	FUENTE
INIFAP	Todo el país	49,149	24.0	Documento original.
CP	Montecillo, Méx.	6,514	3.2	Encuesta.
UACH	Chapingo, Méx.	5,230	2.6	Ortega et al. (1996).
UANL	Monterrey, N.L.	6,298	3.1	Documento original.
UAAAN	Saltillo, Coah.	525	0.3	Documento original.
UAG	Iguala, Gro.	520	0.3	Documento original.
UAT	Cd. Victoria, Tam.	100	0.0	Encuesta.
CIMMYT [§]	El Batán, Méx.	136,637	66.7	SINGER [‡]
Total		204,973	100	

[†] Principalmente colecciones de semillas.

[§] Trigo, maíz y parientes silvestres.

[‡] <http://nocl.cgiar.org>, 1998

En el Cuadro 3.5 resalta la cantidad de accesiones que el CIMMYT mantiene en sus modernas instalaciones, las cuales tienen capacidad para almacenar 450,000 muestras de semillas (CIMMYT,

1996a). En el presente documento se hace referencia principalmente a la situación de los programas de conservación de germoplasma en el ámbito nacional. Por su responsabilidad en el ámbito internacional, el CIMMYT mantiene las colecciones activa y base de trigo, materiales criollos de maíz, las cuales incluyen a teosinte y *Tripsacum*, usando sistemas de conservación a mediano y largo plazo, respectivamente. Por consiguiente, el CIMMYT realiza actividades de regeneración, conservación, uso y distribución de germoplasma de trigo, maíz, triticale y parientes silvestres (CIMMYT, 1994; CIMMYT, 1996a; CIMMYT, 1996b).

Después del CIMMYT, el INIFAP es la institución con el mayor número de accesiones conservadas en sus instalaciones, lo que da una idea de su contribución en la conservación y uso del germoplasma en México. Además, en los Cuadros 3.1A y 3.2A del Apéndice se presenta información más detallada de las colecciones, en sus diferentes modalidades, en poder del INIFAP y el Colegio de Postgraduados, respectivamente. La información incluida en el Cuadro 3.5 muestra sólo una parte del germoplasma conservado y documentado, la mayor parte representado por colecciones de semillas, aunque también se incluyen algunas colecciones de campo, como en el caso del INIFAP. Algunos investigadores mantienen colecciones de germoplasma, como parte de las actividades en los programas de mejoramiento (Cuadro 3.6). Cabe señalar que en respuesta a la encuesta, varios investigadores indicaron contar con colecciones individuales de germoplasma; empero, debido a que no proporcionaron la información completa sobre estas colecciones, no se incluyeron en el presente documento. En este sentido resulta imprescindible contar con un mejor conocimiento de este tipo de germoplasma.

Cuadro 3.6. Colecciones de trabajo y número estimado de accesiones objeto del mejoramiento genético.

INSTITUCIÓN	AREA O DEPARTAMENTO	ACCESIONES	ESPECIES	CULTIVO PRINCIPAL
CP	IREGEP, Programa de Frijol	150	4	Frijol
INIFAP	C.E. Calera, Zac.	10	2	Chile
INIFAP	C.E. Durango, Dgo.	120	5	Frijol
INIFAP	C.E. Durango, Dgo.	250	1	Maíz
INIFAP	C.E. Durango, Dgo.	80	1	Oleaginosas, girasol
INIFAP	C.E. Edzna, Campeche	26	1	Arroz
UACH	Dirección de Centros Regionales	300	6	Cultivos alternativos
UACH	Fitotecnia	250	5	Calabazas nativas
UACH	Fitotecnia	300	1	Cacahuete
U de G	Producción Agrícola	120	2	Maíz
Total		1,618		

Colecciones de campo

Este tipo de colecciones son una alternativa para la conservación de recursos genéticos en aquellos cultivos que no pueden ser conservados a través de semillas. Las semillas de este germoplasma son del tipo recalcitrante, es decir, semillas que no pueden ser secadas y, por consiguiente, no pueden almacenarse bajo temperaturas por debajo de 0°C sin recibir daños por congelamiento. Tal es el caso de especies tropicales como cacao, zapote blanco, *Hevea brasiliensis* y de algunas especies forestales.

Las colecciones de campo son básicas en la conservación del germoplasma *ex situ*. Los objetivos y compromisos relacionados con la conservación varían ampliamente, ya que algunos hacen hincapié en la investigación y evaluación, mientras que otros tienen amplia experiencia en la conservación *in situ* a través del manejo de predios naturales o en proyectos colaborativos.

En el Cuadro 3.7 se presentan algunas de las colecciones de germoplasma conservadas mediante esta estrategia en diferentes entidades, en tanto que el Cuadro 3.8 muestra las colecciones de campo establecidas en los diferentes campos experimentales del INIFAP, en el que resaltan las colecciones de *Carya*, *Citrus*, *Hevea*, *Ipomoea*, *Malus*, *Manihot*, *Opuntia*, *Persea*, *Prunus*, *Theobroma* y *Vitis*, de los

cuales la más importante es la colección de Prunus con 1,116 accesiones. Aunque en los Cuadros 3.7 y 3.8 se incluyó sólo la información proporcionada por los investigadores participantes, es evidente la gran diversidad genética conservada mediante esta estrategia. Es importante, sin embargo, contar con la colaboración de los investigadores con el fin de obtener y concentrar la información relacionada con el inventario y descripción de las colecciones correspondientes, con el objeto de aumentarla. Este aspecto destaca de nuevo la necesidad de actividades coordinadas que permitan, al menos, la construcción, manejo y actualización de bases de datos; así como de constituir una entidad encargada de coordinar todas estas actividades y de sistematizar la información disponible.

Cuadro 3.7. Colecciones de campo establecidas en diferentes instituciones.

INSTITUCIÓN	COLECCIÓN	DESCRIPCIÓN	SUP. (HA).	FUENTE
UACH ⁺	Pinetum "Maximino Martínez", Chapingo, Méx.	49 especies, una subespecie, 8 variedades y dos formas de pino mexicanos; sección internacional con 21 procedencias de pino.	3.0	Ortega et al. (1996)
UACH	Recursos genéticos ornamentales.	16 familias representadas por 57 géneros y 176 especies.		Ortega et al. (1996)
UACH	Huerto fenológico de tipos criollos y cultivados de tejocote en la República Mexicana.	150 genotipos de tejocote (Crataegus spp.) procedentes de Chiapas, Puebla y México.		Ortega et al. (1996)
UACH	Nopalera "Dr. Facundo Barrientos Pérez", Chapingo, Méx.	76 variedades de nopal.		Ortega et al. (1996)
UACH	Colección de nopal (Opuntia spp.) en el CRUCEN, Zacatecas, Zac.	88 formas de nopal procedentes de plantaciones comerciales y huertos de solar.	1.0	Ortega et al. (1996) Encuesta
UACH	Frutales nativos e introducidos en CRUCO*, Morelia, Mich.	24 plantas silvestres de camote, aguacate (3), ciruela (4), durazno (12), frambuesa (2), guayaba (2), macadamia (4), manzana (7), pitahaya (7), pitaya (7), maracuyá (2) y zarzamora (5).		Ortega et al. (1996)
UACH	Yerba de sapo, Chapingo, Méx.		0.3	Encuesta
UACH	Banco de frutales del Centro Regional Universitario Oriente, Huatusco, Ver.	176 registros que incluyen 30 familias botánicas, 56 géneros y alrededor de 60 especies, especial interés tienen las 37 colectas de aguacate y sus parientes.	1.1	Ortega et al. (1996)
FSSC ⁺⁺	Persea y afines.	300 entradas, 13 sp. del género	3.0	Encuesta
UACH-CRUCO	Selecciones de Chirimoya		2.0	Encuesta
UNAM ⁺⁺⁺	Plantas medicinales			Encuesta
IPN ⁺⁺⁺⁺	Pitahaya		1.0	Encuesta
ECOSUR ⁺⁺⁺⁺⁺	Especies de uso múltiple		1.0	Encuesta
IHNCH ⁺⁺⁺⁺⁺	Cycadas			Encuesta
CP ⁺⁺⁺⁺⁺	Frutales caducifolios	Durazno, ciruelo, chabacano, manzano y capulín	3.0	Encuesta
CP	Nopal tunero		3.0	Encuesta
CP	Palmas y Heliconia, Campus Tabasco.		2.0	Encuesta

+ Universidad Autónoma Chapingo
 ++ Fundación Salvador Sánchez Colín
 +++ Universidad Nacional Autónoma de México
 ++++ Instituto Politécnico Nacional
 +++++ El Colegio de la Frontera Sur

+++++ Instituto de Historia Natural de Chiapas
 ++++++ Colegio de Postgraduados
 * Centro Regional Universitario Occidente

Cuadro 3.8. Colecciones de campo establecidas en campos experimentales del INIFAP †.

COLECCIÓN	LOCALIZACIÓN	ACCESIONES
Agave	Z. Henequenera, Yuc.	7
Anacardium	El Palmar, Ver.	6
Ananas	Loma Bonita, Oax., Cotaxtla, Ver.	41
Averrhoa	Morelia, Mich., Uxmal, Yuc.	3
Bactris	G. Terán, N.L., R. Izapa, Chis.	7
Calocarpum	R. Izapa, Chis., Z. Henequenera, Yuc.	43
Carica	Cotaxtla, Ver., Z. Henequenera, Yuc.	61
Carya	La Laguna, Coah., G. Terán, N.L.	392
Citrus	G. Terán, N.L., Morelia, Mich., Tecomán, Col.	211
Cocos	Tecomán, Col.	31
Coffea	R. Izapa, Chis.	73
Crataegus	Morelia, Mich.	5
Diospyros	Morelia, Mich.	4
Eugenia	G. Terán, N.L.	5
Garcinia	G. Terán, N.L.	4
Hevea	Cosalapa, Oax.	220
Ipomoea	Cotaxtla, Ver.	178
Litchi	G. Terán, N.L., Morelia, Mich., R. Izapa, Chis.	21
Macadamia	Morelia, Mich., R. Izapa, Chis.	15
Malpighia	G. Terán, N.L.	4
Malus	La Laguna, Coah., Morelia, Mich.	246
Mangifera	Tecomán, Col., R. Izapa, Chis.	50
Manihot	Tabasco, Tab.	200
Musa	Tecomán, Col.	28
Nephelium	G. Terán, N.L., R. Izapa, Chis., Uxmal, Yuc.	104
Opuntia	Pabellón, Ags., N. de Guanajuato, Gto., P. de la Cruz, S.L.P.	316
Pastos forrajeros	Palma de la Cruz, S.L.P.	100
Persea	Morelia, Mich., Uruapan, Mich., Bajío, Gto., Uxmal, Yuc.	202
Piper	Cosalapa, Oax.	27
Prunus	Calera, Zac., La Laguna, Coah., Morelia, Mich., N. de Guanajuato, Gto.	1,116
Psidium	G. Terán, N.L., Morelia, Mich.	8
Pyrus	La Laguna, Coah., Morelia, Mich.	40
Rubus	Morelia, Mich.	6
Theobroma	R. Izapa, Chis.	175
Vitis	La Laguna, Coah., Morelia, Mich., Calera, Zac.	427
Total		4,376

† Información documentada en el Programa de Recursos Genéticos del INIFAP.

Colecciones en jardines botánicos

Otra de las estrategias de conservación ex situ son las colecciones de germoplasma en jardines botánicos. La Asociación de Jardines Botánicos de México cuenta con un directorio que incluye 36 miembros, de los cuales 12 corresponden a jardines establecidos, 10 se encuentran en consolidación, 13 están en formación y uno está en la categoría de Jardín Reserva. En escala mundial se promueve una

estrategia de conservación de recursos fitogenéticos a través de los jardines botánicos (WWW y IUCN, 1989). Estos jardines han representado un significativo instrumento en el desarrollo científico y cultural, en la exploración de la vida vegetal en muchas partes del mundo, en la introducción y aclimatación de especies de valor económico, la educación de estudiantes de botánica y disciplinas asociadas, y recientemente, en la conservación vegetal en formas diversas. Los jardines botánicos deben ser considerados como centros de conservación, investigación y desarrollo, cuya meta es dar una base filosófica y conceptual a la conservación.

La Universidad de Guadalajara dispone de la principal colección biológica en el Occidente de México (la segunda más importante en los estados), y está depositada en el Instituto de Botánica del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Dentro del Jardín Botánico de este Instituto se tiene en desarrollo una colección de más de 1,000 ejemplares pertenecientes a 300 especies y 20 familias, destacando principalmente Cactaceae, Crassulaceae, Burseraceae, Pinaceae, Euphorbiaceae y Compositae.

La UAAAN cuenta con el Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides", donde se mantienen colecciones representativas de las zonas áridas, con especial énfasis en especies endémicas de la familia Cactaceae en el Estado de Coahuila. Su prioridad es la conservación de especies amenazadas o en peligro de extinción (Cuadro 3.9).

Los esfuerzos de la UACH en la conservación de recursos fitogenéticos también se han demostrado a través de las importantes colecciones que se encuentran en diversos lugares (Ortíz, 1989; Novelo y Cob, 1993; Ortega et al., 1996), como se puede observar en el Cuadro 3.9.

En la UNAM, las actividades de mayor envergadura en el área de recursos fitogenéticos se llevan a cabo en el Instituto de Biología, más específicamente en su Jardín Botánico. Este jardín botánico se cuenta con un grupo de ocho investigadores, 28 técnicos académicos y, aproximadamente, 30 becarios. Este grupo es considerado como el más avanzado de Latinoamérica en el área de Etnobotánica y orienta sus proyectos de investigación aplicada a la conservación y/o manejo de plantas mexicanas, asesorando a muchas instituciones gubernamentales en asuntos de conservación y uso de los recursos vegetales del país.

El Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM se fundó en 1959 y se buscó tener allí representadas las principales especies de la región. En la actualidad se trabaja principalmente con las familias Agavaceae, Arecaceae, Cactaceae, Orchidaceae, Poaceae y Fabaceae. El Jardín Botánico mantiene organizadas las colecciones por zonas ecológicas de México: zonas áridas, cálido-húmeda, templada, de plantas útiles, reserva ecológica y plantas acuáticas (Hernández et al., 1990).

En el Cuadro 3.9 se presenta la información disponible sobre las colecciones de algunos jardines botánicos establecidos en diferentes instituciones. Al igual que en los casos anteriores, sólo se incluye la información de las entidades que proporcionaron la información correspondiente, por lo que serán necesarios esfuerzos adicionales para tener el inventario y descripción completa del germoplasma conservado mediante Jardines Botánicos en México.

Cuadro 3.9. Colecciones de germoplasma en jardines botánicos

INSTITUCIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SUP. (HA)	FUENTE
UACH	Jardín Botánico del CRUO, en Huatusco, Ver.	567 accesiones que comprenden 407 cultivares, pertenecientes a 169 especies.	11.0	Ortega et al.(1996)
UACH	Jardín Agrícola Tropical Puyacatengo, Tab., CRUSE.	Area generalizada (94 especies), jardín de pastos (20), arboretum (135), colección de café (2), huerto madre (10), colección de mango (2), huerto diversificado (30), colección de cacao (1), jardín de edificio central (80) y pinetum	16.0	Ortíz (1989)

		(2).		
UACH	Jardín Botánico de la Unidad Regional de Zonas Aridas en Bermejillo, Dgo.	Género y especies por colección representada: matorral rosetófilo (15/30), cactario (20), cactáceas regionales (15/30), plantas de uso tradicional (5/10), matorral micrófilo (8/), Agave spp. (1/10), Opuntia spp. (1/10), sección miscelánea (60/100) y yucas (7/8).		Ortega et al. (1996)
UACH	Jardín Agrobotánico del Centro Regional de Yucatán.	Género y especies. huerto familiar (57/74), frutales diversos (14/36), huerto madre (5/7), hortalizas (15/17), florística (29/34), forrajes (22/28), medicinales (10/10), ornamentales (16/19), textiles (4/18). En total, 657 accesiones representando a 96 familias, 172 géneros y 243 especies.	8.0	Novelo y Cob (1993); Ortega et al. (1996)
UACH	Maximino Martínez, plantas medicinales.	120 especies.	0.05	Encuesta
UNAM	Jardín botánico	Agavaceae: Agave (magueyes) 155 especies; Yucca 20 especies; Manfreda, 17 especies; Polyanthes, 2 especies; Beaucarnea 5 especies; Dasylirion 13 especies; Nolina 6 especies; Calibanus una especie; Cactaceae 450 especies.		Encuesta
IHNCH	Faustino Miranda	94 familias y 670 especies.	5.0	Encuesta
U de G	Jardín botánico		1.5	Encuesta
UAAAN	Gustavo Aguirre B.	85 géneros y 126 especies.	4.0	Encuesta
INIFAP	El Tormento, Eduardo Sargui, Campeche	84 géneros y 86 especies	4.0	Encuesta
INAH	Jardín Botánico Centro de Morelos	650 especies	3.0	Encuesta

Colecciones in vitro

En el establecimiento de colecciones in vitro se siguen los nuevos enfoques que involucran a la biotecnología en la conservación de recursos fitogenéticos. Estos enfoques incluyen la conservación de germoplasma de materiales genéticos no convencionales y problemáticos, como los materiales de propagación vegetativa y de los tipos recalcitrantes (papa, camote, yuca y algunas especies de árboles frutales y forestales). Los métodos alternativos de conservación para estos cultivos incluyen las técnicas in vitro como el cultivo de tejidos mediante crecimiento mínimo y crioconservación de germoplasma. Ambas estrategias determinan la conservación a mediano y largo plazo, es decir, lo que representa una colección activa y colección base de recursos genéticos, respectivamente (Roca et al., 1991; Withers y Williams, 1986). De ordinario, las técnicas in vitro se emplean para eliminar plagas y enfermedades de los cultivos. En México, se pudo confirmar un gran interés por conservar recursos genéticos de especies en peligro de extinción mediante cultivo de tejidos; sin embargo, la conservación in vitro es en la actualidad una actividad poco utilizada.

Entre algunos ejemplos de conservación in vitro en México se puede citar a la colección de papa en el INIFAP; de Cactáceas en la Universidad Autónoma de Aguascalientes; Pseudotsuga macrolepis en la Universidad Autónoma de Tlaxcala; y Prosopis en el Instituto de Biología de la UNAM. La información contenida en los cuestionarios de consulta sobre la situación de los recursos fitogenéticos en México indica que existen otros programas establecidos; sin embargo, debido a que no se proporcionaron detalles sobre las instalaciones y el tipo y cantidad de germoplasma que manejan, no se describen en el presente documento.

USO Y MANEJO DEL GERMOPLASMA

La información obtenida como parte del proceso de consulta mostró que hay preocupación en los investigadores respecto al estudio, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos en México. No obstante, no se ha logrado tener impacto en los programas de conservación en escala nacional, lo cual se demuestra por la falta de una coordinación de programas en el ámbito nacional y de definición de estrategias, así como la falta de legislación en materia de conservación, uso y acceso de germoplasma vegetal.

En esta encuesta el 76% de los investigadores encuestados dieron información sobre el personal técnico de apoyo involucrado en las actividades de recursos fitogenéticos. Se encontró que el personal cuenta con diferentes grados académicos como técnicos, estudiantes y profesionistas con grados de Licenciatura, Maestría y Doctorado, con especialidad en diversas disciplinas. Hay en promedio dos investigadores por programa. De estos proyectos o programas, el 28% está representado con un sólo investigador. Con respecto a la capacitación en materia de recursos fitogenéticos, el 22% de los investigadores encuestados mencionó que una persona del programa ha recibido por lo menos un curso sobre recursos fitogenéticos. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de capacitación de personal científico en las varias disciplinas relacionadas con el uso y conservación de los recursos fitogenéticos.

La mayoría de los investigadores que participaron en la encuesta laboran para instituciones de enseñanza e investigación (Cuadro 3.1). En este sentido, las actividades sobre recursos fitogenéticos son muy amplias y están apoyadas principalmente por proyectos de investigación y de tesis de estudiantes. En las instituciones de enseñanza, por ejemplo, los estudios etnobotánicos, de prospección y recolección son las actividades ordinarias. Por otro lado, la caracterización y evaluación de germoplasma son el factor común para la mayoría de las instituciones que cuentan con programas de mejoramiento de plantas en los diversos cultivos. Los estudios conducidos a través de los proyectos de investigación generan conocimientos para lograr un mejor aprovechamiento y conservación de los recursos fitogenéticos de importancia económica y social en México.

Los programas o proyectos de investigación generalmente tienen relaciones con al menos una institución a nivel nacional. El INIFAP, el CP y la UNAM son las instituciones con las que los investigadores frecuentemente mantienen relaciones y obtienen apoyo en actividades sobre recursos fitogenéticos en sus diferentes modalidades. Aproximadamente, 76% de los investigadores manifestó tener relaciones de intercambio técnico y de germoplasma y, en algunos casos, apoyo financiero de organizaciones internacionales.

En general, las instalaciones para la conservación de germoplasma son insuficientes y carecen en su mayoría de equipo mínimo para el manejo del material genético. La limitante común es la falta de presupuesto básico y apoyo institucional que fortalezca los programas de conservación de recursos genéticos. El germoplasma es de ordinario utilizado por programas de investigación dentro de la misma institución a escala nacional, pero algunas instituciones realizan intercambio de material genético con organizaciones internacionales. El intercambio de germoplasma constituye la base para la evaluación de material genético foráneo, así como para la introducción de variabilidad a los programas de mejoramiento. Varios investigadores manifestaron su preocupación por las restricciones fitosanitarias que limitan el flujo de germoplasma en escala internacional.

La documentación del germoplasma se realiza en forma de registros manuales; aproximadamente 58% de los investigadores manifestaron usar sistemas de cómputo de tipo comercial para el manejo de la información generada por los proyectos de investigación. Los programas computacionales más comunes empleados incluyen hojas de cálculo y bases de datos. No se utilizan sistemas de cómputo específicos para el manejo de la información en programas de recursos fitogenéticos.

Infraestructura para la conservación

En México son pocas las instituciones que cuentan con Programas de Conservación de Recursos Fitogenéticos y, por consiguiente, con instalaciones adecuadas para la conservación a mediano plazo. Las entidades que cuentan con programas e infraestructura modesta para conservación de semillas bajo refrigeración son el INIFAP, la UACH, la UANL y la U de G, principalmente.

El INIFAP cuenta con instalaciones para la conservación de germoplasma en diferentes localidades del país, aun cuando éstas son insuficientes para contener la gran diversidad de recursos fitogenéticos de la nación. En Chapingo, México, el INIFAP dispone de instalaciones para conservación a mediano plazo, con temperaturas entre 0 y 5°C. Se cuenta para éste fin con dos cuartos fríos, en donde se almacenan las colecciones de maíz, frijol, sorgo, mijo, teocintle y amranto, así como colecciones parciales de chile, tomate y calabaza. Para el almacenamiento de las muestras se usan frascos de vidrio con tapas metálicas, con capacidad de aproximadamente 300 g; también, se han utilizado sobres de papel aluminio con capacidad aproximada de 250 g. En Calera, Zac., hay instalaciones diseñadas para la conservación a mediano plazo (0 a 5° C) y a largo plazo (-18°C); en estas instalaciones se tienen almacenadas aproximadamente 1,600 muestras de la colección de maíz, 1,342 de la colección de frijol y 2,059 de especies forrajeras. En este banco de germoplasma se usan casi exclusivamente sobres de papel aluminio para el almacenamiento y conservación de las colecciones. Sin embargo, es necesario fortalecer la infraestructura para almacenamiento de semillas a largo plazo, en virtud de que como en el caso de Chapingo, las instalaciones están saturadas. En Celaya, Gto., se ubica el banco de germoplasma de chile, tomate, calabaza y otras hortalizas en un cuarto frío con temperaturas de 0 a 5°C, y en Zacatepec, Mor., se tiene un pequeño banco de germoplasma de arroz, con temperaturas de 0 a 5°C.

Caracterización y evaluación

Tradicionalmente, el uso del germoplasma conservado en los bancos de germoplasma obedece a una caracterización y evaluación preliminar con base en objetivos específicos, que son actividades comunes en los programas de fitomejoramiento. La caracterización y evaluación del germoplasma vegetal de manera sistemática tendrá que ser desarrollada por programas de recursos fitogenéticos bien establecidos, que cuenten con experiencia en el manejo de germoplasma. Es indispensable, además, que estas instituciones inviertan recursos para caracterizar el material genético a efecto de dar a conocer sus características, lo que permitirá un amplio uso por los investigadores.

En el INIFAP, en el período comprendido de 1978 a 1994, se han dedicado los mayores esfuerzos a la caracterización y evaluación de accesiones de *Zea* (4,000), *Zea mexicana* (Schrad.) Kuntze (108), *Phaseolus* (7,500), *Manihot* (149), *Capsicum* (2300), *Cucurbita* (700), *Lycopersicon* (100), *Carthamus* (1647), *Cicer* (1077), *Sorghum* (1474), *Sesamum* (1750), *Pennisetum* (290), *Solanum* (600), forrajes (1629), *Citrus* (110), *Cucumis* (60), *Oryza* (27), *Agave fourcroydes* (8), *Manilkara zapota* (26), *Cocos* (19), *Opuntia* (250), *Prunus* (600), *Glycine* (1124), *Helianthus* (20), y frutales tropicales como *Mangifera*, *Bactris*, *Calocarpum*, *Macadamia*, *Litchi*, *Manilkara* (161), *Theobroma* (60) y *Coffea* (64).

En la Universidad de Guadalajara existe un amplio programa de evaluación e intercambio de los materiales criollos de maíz existentes en esta región del país. Este proyecto pretende rescatar un amplio potencial genético poco explotado, que permitirá ampliar de manera significativa el mejoramiento de este cereal. El programa de Maíces Criollos del Occidente de México se desarrolla en la División de Ciencias Agronómicas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA).

En las zonas áridas del noreste de Jalisco y áreas de estados vecinos, existe un programa de domesticación del nopal tunero *Opuntia* spp, cuyos esfuerzos se orientan al estudio de la biología reproductiva, ecofisiología, evaluación de prácticas agronómicas y la formación de un banco de germoplasma. También existe un proyecto con fines similares, orientado al pitayo *Stenocereus queretaroensis*, en la región de la Laguna de Sayula, en el centro del Estado de Jalisco.

Documentación

En general, la documentación de las actividades en los programas de recursos fitogenéticos es escasa. A través de la encuesta se encontró que sólo 58% de los investigadores hacen uso de algún sistema de cómputo para documentar el germoplasma, debido a la falta de equipo y de apoyo técnico. Por otro lado, la asignación de recursos dedicados a la documentación depende de las necesidades del programa y de los recursos económicos disponibles en la institución. En un programa de recursos genéticos bien establecido, la documentación del germoplasma es indispensable para facilitar el acceso del material genético por los investigadores.

En el INIFAP, la documentación del germoplasma se lleva a cabo usando las listas de descriptores de IBPGR⁷, y hasta la fecha se han integrado las bases de datos de pasaporte y se han concentrado 75% de los datos de caracterización y evaluación de Zea, Phaseolus, Cucurbita, Capsicum, Lycopersicon y Persea. Los datos de caracterización y evaluación de Sorghum, Cicer, Carthamus, Manihot y Sesamum se tienen capturados en su totalidad, mientras que los datos de pasaporte, caracterización y evaluación del resto de especies están dispersos en los campos experimentales del INIFAP, tanto en libros de campo como en bases computarizadas, aunque en este último caso en menor proporción.

Regeneración

En el INIFAP, una de las actividades que requieren apoyo inmediato es la regeneración de germoplasma para algunas especies almacenadas en los bancos de germoplasma. Se ha estimado la necesidad de rejuvenecer las colecciones de Zea en un 40%, Capsicum 30%, Cucurbita 30%, Lycopersicon 20%, Physalis 100%, Persea 100%, Cucumis 6%, Prunus 5-100%, Opuntia 50%, Glycine 100%, Carthamus 100%, Ananas 100%, especies forrajeras 20-100%, Sesamum 100%, Arachis 100% y Coffea 80%; para otras, la necesidad ocurrirá a mediano plazo; y para varias colecciones no se tiene suficiente información sobre la situación de las accesiones con fines de establecer planes de rejuvenecimiento. En el caso del maíz, en los últimos años, se han regenerado aproximadamente 4,000 muestras mediante un convenio con el CIMMYT y el Departamento de Agricultura de los EUA para regenerar las accesiones de este cereal de América Latina.

En forma general, se puede decir que los problemas principales relacionados con la regeneración de las accesiones conservadas por el INIFAP son los asociados con la falta de recursos económicos suficientes y de personal calificado. En los últimos años, se han establecido y adoptado estrategias para la regeneración de las principales especies para conservar, con la mayor fidelidad posible, la identidad genética de la muestra original. El INIFAP cuenta con terrenos y maquinaria agrícola para llevar a cabo los trabajos de regeneración, empero, en varias de las especies perennes hay problemas de espacio para el establecimiento de las colecciones en campo.

⁷ International Board for Plant Genetic Resources, ahora IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute).

CONCLUSIONES

La conservación, estudio y uso de los recursos fitogenéticos deben ser consideradas actividades prioritarias y estratégicas con la finalidad de revalorizar el potencial de estos recursos para México. Se debe considerar que como estrategia nacional conviene que los bancos de germoplasma dependan del financiamiento interno. En vista de que los recursos económicos asignados a los programas de recursos fitogenéticos son muy limitados, es altamente recomendable que el gobierno federal y los gobiernos estatales asuman la responsabilidad de establecer un sistema nacional de recursos fitogenéticos, que pudiera coordinar en escala nacional todas las actividades. Más importante aún, será posible así diseñar y operar una red de bancos de germoplasma en sus diferentes modalidades y, de esta manera, definir dónde ubicar las colecciones de germoplasma activas y colecciones base, además de otras actividades básicas complementarias en las áreas de estudio, prospección y aprovechamiento.

El análisis de la información recibida de los investigadores participantes en la encuesta indica que es considerable el número de instituciones de investigación y enseñanza que participan, directa o indirectamente en programas de conservación in situ. Algunas no forman parte de programas de conservación con cobertura nacional, por lo que es importante definir una estrategia nacional de conservación in situ. De esta manera, se podrían coordinar actividades complementarias con entidades como SEMARNAP y CONABIO, lo cual permitiría usar más eficientemente los recursos sin duplicar esfuerzos en actividades y especies específicas, y sería posible dirigir financiamiento hacia especies prioritarias.

La conservación de especies cultivadas en sistemas agrícolas tradicionales tiene gran potencial y justificación en México por varias razones. En primer lugar, estos sistemas agrícolas se ubican en regiones donde la agricultura depende básicamente del temporal y de insumos locales, lo que representa un poco más del 70% de las áreas de producción en el ámbito nacional; y en segundo lugar, los productos del fitomejoramiento moderno no han impactado en dichas regiones. Estas razones justifican el establecimiento de programas con el enfoque del mejoramiento participativo para mejorar las condiciones de vida de los campesinos por un lado, y mantener la diversidad genética, por el otro.

Recolección de germoplasma. No obstante que numerosas instituciones mexicanas han recolectado germoplasma, todavía es necesario recolectar germoplasma nativo, incluyendo parientes silvestres de especies cultivadas. La mayoría de los investigadores consultados manifestó interés en efectuar recolección de germoplasma, en especial en aquellas regiones no bien exploradas, o en sitios con problemas de erosión genética. La falta de recursos, medios de transporte y de personal técnico capacitado son factores limitantes de la recolección. Estas actividades podrían ser factibles de desarrollar mediante proyectos interdisciplinarios e interinstitucionales, en un ámbito regional y nacional, con financiamiento apropiado.

Conservación. Con excepción de INIFAP, UACH y UANL que cuentan con instalaciones modestas para la conservación de semillas bajo refrigeración a mediano plazo, la mayoría de las entidades que desarrollan proyectos de investigación en recursos fitogenéticos no cuentan con instalaciones adecuadas para el buen manejo y conservación del material genético. Es necesario subrayar la necesidad de contar con instalaciones mínimas acondicionadas para mantener a mediano y largo plazo el germoplasma, incluyendo laboratorios e invernaderos. Existe preocupación e interés en numerosas entidades por la conservación del material genético in vitro para especies con tipo de semillas recalcitrantes y en peligro de extinción, así como establecer programas de conservación in situ. Conviene destacar la necesidad de desarrollar investigación específica en esta área en México, dada su evidente utilidad. Resulta imprescindible fortalecer la infraestructura.

Caracterización y evaluación. El germoplasma no puede usarse de manera eficiente si no es previamente caracterizado y evaluado, de tal manera que el investigador pueda solicitarlo y utilizarlo con base en sus necesidades. En los programas de recursos genéticos con amplia experiencia como el INIFAP, la información sobre la caracterización y evaluación es parcial y en otras es mínima o ausente. Los investigadores encuestados manifestaron su interés de contar con personal capacitado en estas

actividades. También, hicieron referencia al uso de nuevas técnicas, como los marcadores moleculares, para contar con información adicional a la agronómica con el fin de caracterizar más eficientemente los materiales genéticos. En este sentido, es necesario fortalecer los laboratorios existentes en el INIFAP y el CP en donde se realizan estudios de caracterización de la diversidad de especies de interés nacional como frijol, maíz, teocintle y chile, entre otras especies cultivadas, así como promover el uso de marcadores moleculares y el intercambio de información entre laboratorios e instituciones.

Capacitación: La capacitación de los investigadores es indispensable en todas las actividades relacionadas con los recursos genéticos. Las áreas prioritarias son la conservación y el manejo de semillas, la caracterización y la documentación del germoplasma. La capacitación en biotecnología es menester para aplicar las nuevas técnicas en la caracterización del germoplasma, y para usar esta información en combinación con las técnicas convencionales mediante la aplicación de análisis multivariado. Para evitar dispersión conviene establecer y fortalecer laboratorios en las diversas regiones ecológicas. Los laboratorios podrían tener ciertas áreas de especialización según las especies con las que trabajasen.

Investigación. Se mencionó anteriormente el papel de la investigación en el conocimiento, conservación y uso de los recursos genéticos en México. Muchos de los trabajos de investigación que están en marcha son proyectos específicos financiados en su mayoría por la propia institución. En el caso de los planteles de enseñanza superior, generalmente estas actividades son apoyadas por trabajos de tesis de estudiantes. Los resultados obtenidos enfatizan la necesidad de impulsar y formalizar los programas de investigación en las instituciones, con recursos propios y con financiamiento externo de fuentes diversas, en todos los aspectos relacionados con la conservación y uso de los recursos fitogenéticos.

Los resultados mostrados acerca de la situación de la conservación de recursos fitogenéticos en México, documentan las serias deficiencias que se tienen en infraestructura, recursos humanos y presupuestos. También, destaca la necesidad de integrar los esfuerzos aislados que se realizan en diversas instituciones nacionales, para aprovechar eficientemente los dispersos y escasos recursos disponibles. En este sentido sería necesario impulsar la interrelación entre instituciones e investigadores, mediante la implementación de redes por cultivos y por áreas de interés y especialización. Así como contar con un apoyo financiero real de las instituciones financiadoras nacionales, CONACyT y CONABIO; los cuales para el establecimiento de prioridades podrían auxiliarse de una Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, A. L., J. Arévalo, E. M. Hentschel, J. J. Consejo y D. Gutiérrez. 1992.** Las áreas naturales protegidas como alternativa de conservación: bosquejo histórico y problemática en México. p 15-37. In: A.L. Anaya L. (ed). Las áreas naturales protegidas de México. UNAM, México.
- Caballero, J. 1992.** Maya homegardens: past, present and future. *Etnoecológica* 1(1): 35-56. Centro de Ecología, UNAM, México.
- CIMMYT. 1994.** The CIMMYT germplasm bank: Genetic resources preservation, regeneration, maintenance, and use. Maize Program Special Report. México, D.F.
- CIMMYT. 1996a.** El CIMMYT en 1995-1996. Los próximos 30 años. México, D.F.
- CIMMYT. 1996b.** Seed conservation and distribution: The dual role of the CIMMYT maize germplasm bank. México, D.F.
- Colunga G., P. y D. Zizumbo V. 1993.** Evolución bajo agricultura tradicional y desarrollo sustentable. p 123-163. In: E. Leff y J. Carabias (coordinadores) Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales, Vol. I., Grupo editorial M.A. Porrúa, México.
- Cárdenas R., F. y S. Montes H. 1992.** Conservación y estudio de los recursos fitogenéticos de México. p. 10-17. In: Rincón S. F., S. Montes H. y L.G. González R. (Eds.). Memorias de la Mesa de Recursos Fitogenéticos. XXXVII Reunión anual PCCMCA en Panamá. IBPGR, Oficina para Norteamérica, Centroamérica y el Caribe, México.
- Dempsey, G. J. 1996.** In situ conservation of crops and their relatives: A review of current status and prospects for wheat and maize. NRG Paper 96-08. México, D.F. CIMMYT.
- Eyzaguirre, P., and M. Iwanaga, (Eds.). 1996.** Participatory plant breeding. Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, 26-29 July 1995. Wageningen, The Netherlands. IPGRI, Rome, Italy.
- FAO 1989.** Plant genetic resources. Rome, Italy.
- FAO 1996.** Report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Rome, Italy.
- Hernández Z., C. C., T. Terrazas A. y E. Linares M. 1990.** Las colecciones del jardín botánico del Instituto de Biología. Instituto de Biología, UNAM.
- Hoyt, E. 1988.** Conserving the wild relatives of crops. IBPGR, IUCN and WWW.
- Louette, D. 1996.** Intercambio de semillas entre agricultores y flujo genético entre variedades de maíz en sistemas agrícolas tradicionales. In: Serratos, J.M., M.C. Willcox y F. Castillo (Eds.). Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: Implicaciones para el maíz transgénico. CIMMYT. México. D.F.
- Louette, D., and M. Smale. 1996.** Genetic diversity and maize seed management in a traditional Mexican community: Implications for in situ conservation of maize. CIMMYT. NRG Paper. 96-03. México, D.F.
- Louette, D., and M. Smale. 1998.** Farmer's seed selection practices and maize variety characteristics in a traditionally-based Mexican community. CIMMYT Economics working paper No. 98-04. México, D.F.
- Marshall, D. R. 1990.** Crop genetic resources: Current and emerging issues. In Brown, A.H.D., M.T. Clegg, A.L. Kahler, and B.S. Weir. (Eds.). Plant Population Genetics, Breeding, and Genetic Resources. Sunderland, MA, Sinauer Associates.
- Novelo C., C. G. y R. Cob. S. 1993.** El jardín agrobotánico del Centro Regional Universitario Península de Yucatán. UACH. Chapingo, Méx.
- Ortega P., R., E. Guízar N., E. Estrada M. y E. Cedillo P. 1996.** Herbarios y colecciones de recursos fitogenéticos de la Universidad Autónoma Chapingo: Antecedentes, situación actual y perspectivas. UACH. Chapingo, México.
- Ortíz G., G. 1989.** **El Jardín Agrícola Tropical Puyacatengo. Universidad Autónoma Chapingo. Puyacatengo, Teapa, Tab.**
- Roca, W. M., D. I. Arias y R. Chávez. 1991.** Métodos de conservación in vitro de germoplasma. In: Roca, W.M. y L. A. Mroginski (Eds.). Cultivo de tejidos en la agricultura: Fundamentos y aplicaciones. CIAT, Cali, Colombia.
- Rzedowski, J. 1991.** Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. 14: 3-21.
- Toledo, V. M., B. Ortíz y S. Medellín M. 1994.** Biodiversity islands in a sea of pasturelands: Indigenous resource management in the humid tropics of México. *Etnoecológica* 2 (1): 37-50. Centro de Ecología, UNAM, México.
- Withers, L. A., and J. T. Williams. 1986.** In vitro conservation. IBPGR, Rome, Italy.

- WWF, and IUCN. 1989.** The botanic gardens conservation strategy. WWF and IUCN, Gland, Switzerland.
- Zizumbo V., D. y P. Colunga G. 1993.** Tecnología agrícola tradicional, conservación de recursos naturales y desarrollo sustentable. p. 165-202. In: E. Leff y J. Carabias (coordinadores). Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales, Vol. I., Grupo editorial M.A. Porrúa, México.

IV

APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

Fernando Castillo González¹ y José de Jesús Sánchez González²

*¹ Profesor Investigador
Instituto de Recursos Genéticos y Productividad
Colegio de Postgraduados
Montecillo, Edo. de México*

*² Investigador
Campo Experimental Centro de Jalisco
Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
Tlajomulco, Jalisco*

<i>Antecedentes</i>	<i>91</i>
<i>Marco Institucional</i>	<i>92</i>
<i>Estudios sobre Diversidad</i>	<i>93</i>
<i>Etnobotánica</i>	<i>94</i>
<i>Evaluación</i>	<i>95</i>
<i>Aprovechamiento</i>	<i>97</i>
<i>Conclusiones</i>	<i>99</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>100</i>

INTRODUCCIÓN

En los capítulos anteriores se ha presentado el entorno de los recursos fitogenéticos; asimismo, se han descrito los recursos nativos y se ha discutido su importancia y situación de acuerdo con las diferentes formas y estrategias que para su conservación se aplican en México. Por lo que se hace necesario hablar en torno a su aprovechamiento, para tener una panorámica completa.

El aprovechamiento de los recursos fitogenéticos es importante por el valor que el hombre les ha conferido, pues a partir de ellos ha aprendido a satisfacer sus necesidades de alimentación y protección, así como a obtener de ellos a otros tipos de satisfactores, que le hacen la vida más confortable o que están relacionados con su vida espiritual. Así, el hombre ha aprendido a aprovechar estos recursos de múltiples maneras, a la vez que le han servido como fuentes de variación genética para la derivación de nuevos cultivos y de cultivares más eficientes y productivos, inicialmente a partir de procesos de selección empíricos realizados por los agricultores y, posteriormente a través de programas formales de mejoramiento genético.

En este capítulo se presentan y discuten los aspectos relacionados con el aprovechamiento que se ha dado a estos recursos en nuestro país, así como las principales contribuciones de nuestra flora a la agricultura mundial. El tratamiento de la información no pretende ser exhaustivo, y se ha optado por ejemplificar algunas situaciones con el caso de algunas especies relevantes. Se destaca también la importancia y la necesidad de estudiar y caracterizar de una mejor y más extensa forma a la biodiversidad nacional, dado el alcance limitado de lo realizado hasta el momento. El aprovechamiento de estos recursos no tendría sentido si sólo se basara en la descripción biológica de estos recursos, por lo que la importancia del contexto etnobotánico también se analiza aquí. Finalmente, se discute la importancia de la evaluación para la identificación de germoplasma valioso que pueda ser utilizado directamente o servir como fuente de características deseables en programas de mejoramiento *in situ* o en campos experimentales.

ANTECEDENTES

Existe poca documentación sobre la manera en que se condujo el aprovechamiento de las plantas antes de la llegada de los españoles a México en el siglo XVI. Pese a la pérdida de documentos de las culturas prehispánicas, hubo esfuerzos para rescatar algunos códices que han sido traducidos parcialmente al español, tales como el Códice Florentino (Sahagún, 1992) y recopilaciones como la de Clavijero (1991), además de levantamientos de información que practicaron algunos de los militares españoles como Hernán Cortés en sus Cartas de Relación y los escritos de Bernal Díaz del Castillo. Científicos españoles también dedicaron esfuerzos a estudiar las formas de aprovechamiento de las plantas, entre ellos destaca la obra del Dr. Francisco Hernández.

Adicionalmente, la gran diversidad climática de México ha sido favorable para generar también una gran diversidad florística, que las culturas prehispánicas aprovecharon para domesticar un buen número de especies, generando con ello una avanzada cultura agrícola que mereció elogios por parte de los científicos europeos de la época colonial. Un ejemplo notable se encuentra en la construcción de chinampas, que De Alzate (1983) cataloga como el sistema agrícola más productivo en el mundo para sus tiempos, en los lagos que existían en el área que ahora ocupa la ciudad de México, y de lo cual aún hoy en día se observan reminiscencias en Xochimilco, otro ejemplo, lo constituye el elaborado cultivo de la vainilla; y la tecnología de alimentos para la elaboración de chocolate representa un aporte excepcional. Además, Clavijero (1991) menciona que existían grupos de agricultores que generaban formas nuevas de los cultivos, iniciando con esto la aplicación de lo que ahora conocemos como mejoramiento genético.

Entre los cultivos agrícolas importantes que el México antiguo aportó al mundo se encuentran el maíz, el frijol, el algodón, el jitomate, la calabaza, la vainilla, el cacao, el chile, los agaves, el aguacate, el tabaco, el camote, el cempoalxóchitl, la nochebuena y otro número importante de ejemplos, además de otras

plantas que eran importantes en la época prehispánica pero que perdieron relevancia con el tiempo, en parte debido a prohibiciones religiosas, como es el caso del amaranto, la magnolia y la chía.

En la revisión de la información de tipo etnobotánico contenida en el Códice Florentino hecha por Estrada (1989), se identificaron más de 700 especies pertenecientes a 101 familias, a las cuales se les aprovechaba en alrededor de 12 categorías antropocéntricas, muchas de ellas con usos múltiples, destacando el maíz, el maguey, el hule y el algodón con más de cinco formas de uso.

Sobre esta base genética, durante la época de la colonia se enriqueció la diversidad de plantas cultivadas en México, puesto que se introdujeron granos que con el tiempo cobraron importancia como en el caso del trigo, el haba, el garbanzo, el chícharo y otros, así como una extensa serie de hortalizas, y plantas de uso industrial como la caña de azúcar. Existe poca documentación sobre la forma en que se dieron estas introducciones; sin embargo, una consideración de la diversidad de los cultivos importantes en el México actual muestra la gran relevancia de esa movilización de plantas cultivadas a través del mundo.

Aparentemente, el aprovechamiento de la riqueza florística, así como del valor de los cultivos agrícolas, obedeció a los intereses de los agricultores, junto con la necesidad de abastecer los mercados urbanos, tanto durante la época colonial como en la primera mitad del siglo pasado. El motor de estos cambios parece haber sido la iniciativa de los agricultores, y el fundamento tecnológico el conocimiento empírico de los mismos. La primera acción formal para impulsar estas acciones de manera organizada fue la fundación de la Escuela Nacional de Agricultura ocurrida en 1854. Posteriormente, en la época porfirista, el desarrollo de la economía se apoyó en la producción para la exportación y se dieron fuertes subsidios para impulsar el cultivo del café en Chiapas (Spenser, 1984), el henequén en Yucatán, y la piña en Veracruz y Oaxaca.

MARCO INSTITUCIONAL

A principios de este siglo es posible reconocer varias iniciativas en el seno de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA) para establecer programas de investigación agrícola, aunque el desarrollo del proceso fue lento como consecuencia del movimiento armado ocurrido en el segundo decenio. Junto con este antecedente, existen algunos documentos en los que se presentan algunos estudios sobre la diversidad y origen del maíz, cierta organización en el movimiento de semilla de maíz y algún grado de aplicación de mejoramiento genético por selección con bases científicas.

En los años veintes y treinta se reconocen esfuerzos en la ENA para estudiar la variación del maíz en los alrededores de Chapingo, junto con intentos por seleccionar algunas variantes que permitieran la obtención de mayor rendimiento. En dependencias de la entonces Secretaría de Fomento se impulsó el establecimiento de estaciones experimentales, en las que se probaron híbridos de maíz y variedades de trigo; como resultado de las cuales se observó que la adaptación de los maíces introducidos era deficiente, estas experiencias posteriormente sirvieron como base para la iniciación, de manera más organizada, de diferentes programas de mejoramiento genético (Colegio de Postgraduados, 1984). La organización inicial se mantuvo hasta 1947, cuando se constituyó el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA). Mientras tanto en 1943 se estableció la Oficina de Estudios Especiales (OEE) con base en un convenio de colaboración entre el gobierno mexicano y la Fundación Rockefeller, lo cual permitió impulsar la investigación agrícola y con ello el aprovechamiento de la diversidad de maíz, frijol y trigo, principalmente. En 1961 se estableció el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, mediante la fusión de la OEE como del IIA cuyo personal quedó constituido principalmente por investigadores mexicanos.

En 1906 se fundó la segunda escuela superior de agricultura del país, la "Hermanos Escobar" en Cd. Juárez, Chih., la cual se llamó entonces Escuela Particular de Agricultura (EPA), y en 1923 se creó la "Antonio Narro" en Saltillo, Coah. En 1948, el Instituto Tecnológico de Monterrey estableció su escuela de Agricultura y Ganadería. A partir de los años 50s en varias universidades se establecieron facultades de agronomía, de modo que en la actualidad prácticamente cada estado tiene una facultad de agronomía en sus universidades. Además, en la década de los setentas se impulsó la integración de institutos

tecnológicos agropecuarios, de los cuales varios han evolucionado para ofrecer enseñanza profesional y de postgrado. El primer programa de postgrado se estableció en 1959 en la ENA, aprovechando la formación de recursos humanos asociados a la investigación agrícola, a partir de lo cual en la actualidad se cuenta con alrededor de una veintena de instituciones que ofrecen enseñanza de postgrado en el área agrícola, entre universidades estatales, de la SAGAR y en el sistema de tecnológicos agropecuarios de la SEP.

Hasta antes de los años setenta, las escuelas de agricultura hacían poca investigación porque contaban con pocos profesores de tiempo completo. Es decir, a partir de entonces se ha desarrollado la capacidad de las instituciones de enseñanza para realizar investigación agrícola, lo cual ha contribuido a dedicar mayor atención al estudio y aprovechamiento de los recursos genéticos vegetales.

ESTUDIOS SOBRE DIVERSIDAD

Para poder detectar poblaciones o plantas con mayores ventajas para la generación de satisfactores, es conveniente conocer en el mayor grado posible las diferentes opciones que la especie en cuestión presenta; por esta razón, los estudios de diversidad son primordiales para dirigir de la mejor manera la selección o generación de variedades de un cultivo dado.

Tanto en procesos de domesticación como en pruebas de introducción de cultivos, que se debió de haber hecho de manera un tanto empírica antes de este siglo, se tuvo que haber partido de cierto grado de diversidad del cultivo en cuestión. En México, en las exploraciones de colecta del equipo de Vavilov en los veinte (Bukasov, 1981), en los trabajos de Khankhoje (1930), y en los inicios del mejoramiento genético por los antecesores del IIA, se hicieron ya consideraciones importantes sobre la diversidad genética de cada cultivo. Wellhausen *et al.* (1951) basados en el avance sobre el conocimiento de la diversidad del maíz y en una mejor definición de variantes agrupados en razas, propusieron una clasificación de la diversidad del maíz en México, a partir de la cual se han hecho estudios para ampliar y precisar tal estudio, por investigadores como Hernández y Alanís (1970), Cervantes *et al.* (1978) Doble *et al.* (1985), hasta la actualización que presentan Ortega *et al.* (1991) y Sánchez *et al.* (1992). La diversidad dentro de raza o la existente en una región ecológica ha sido poco estudiada. A la fecha se ha estudiado una colecta de maíces hecha en la costa central del Golfo de México, principalmente de la raza Tuxpeño (Caballero, 1986) con base en la colecta realizada por Ramírez *et al.* (1978) y se ha realizado otro estudio de los maíces del altiplano, principalmente de la raza Cónico (Silva, 1992); actualmente están en marcha estudios sobre la diversidad de la raza Chalqueño en el oriente del estado de México, de la raza Bolita en el centro de Oaxaca, y otro sobre los maíces en el centro de Chihuahua. La diversidad de maíz dentro de la raza Jala fue estudiada por López *et al.* (1995), basándose en la frecuencia de formación de nudos cromosómicos.

La diversidad del frijol en México se estudió en los años cincuentas y sesentas (Miranda, 1966), y actualmente se tiene una diferenciación más clara entre razas por diversos estudios realizados por Gepts y Debouck (1991) y Debouck (1991). De las más de 50 especies que se reconocen en el género *Phaseolus*, estas son prácticamente originarias de la región comprendida entre Mesoamérica y los Andes. De *P. vulgaris*, que es con mucho la especie más importante, se reconocen dos grandes tipos, el Mesoamericano y el Andino, con variación considerable en las formas predominantes en México. Solórzano (1982) hizo una caracterización de diferentes accesiones del banco de germoplasma, notando que el hábito de crecimiento es una característica asociada a otros atributos que por clasificación numérica separa a grupos de poblaciones semejantes. Se han hecho caracterizaciones en los últimos años en un grupo de poblaciones del tipo Flor de Mayo (Pastenes *et al.*, 1996), así como de poblaciones colectadas en la región Mixteca (Valenzuela, 1995).

Se han hecho exploraciones de colecta de diferentes plantas cultivadas en México; sin embargo, por diferentes razones, entre las que está la naturaleza biológica de la especie, no se ha logrado definir una clasificación al detalle como la hecha para maíz.

Algunos ejemplos de este tipo de estudio se presentan a continuación. En Chile se reconocen al menos doce tipos bien definidos en *Capsicum annuum*, además de otras cinco especies también cultivadas del mismo género (Pozo *et al.*, 1991). Chávez *et al.* (1997) presenta resultados preliminares de la caracterización de alrededor de 100 colectas de *C. pubescens* de origen geográfico diverso. En calabaza se reconocen cinco especies cultivadas y tres silvestres (Montes, 1991). Las Cactáceas han sido del interés dentro y fuera de México (Valles, 1997), este autor en otra obra más amplia publicada previamente, presenta un estudio de la diversidad, principalmente entre especies. La dalia es una de las plantas ornamentales de jardín más apreciada en México, sobre ella Laguna *et al.* (1998) hicieron una caracterización de alrededor de 250 clones. En tomate de cáscara se han reconocido ocho tipos definidos que pudieran considerarse como razas (Peña, 1998). En el género *Amaranthus* se reconocen tres especies cultivadas (Espitia, 1991).

En general, se puede decir que hay una serie de esfuerzos que se han realizado para estudiar la diversidad de una serie de plantas cultivadas nativas de México, otros casos son el aguacate (García, 1991), pitahaya (Ortiz, 1995), pitaya, nopal tunero, nogal, jícama, camote, etc. Sin embargo, existe una gran cantidad de trabajo por realizar al respecto, lo cual pudiera orientar e impulsar el aprovechamiento de la diversidad de las plantas cultivadas mexicanas. Algunos de cuyos ejemplos notables han sido señalados por Ortega *et al.* en este mismo volumen.

En cultivos introducidos, mucho del trabajo se ha basado en introducciones de variedades cultivadas o líneas segregantes provenientes de programas extranjeros de mejoramiento genético, además de generar sus propios segregantes, hay varios ejemplos en cereales como trigo, arroz, cebada, etc. En cuanto a pastos forrajeros, se han establecido parcelas para valorar adaptación, sobre todo en el trópico húmedo. En frutales del área templada se han hecho introducciones de clones y algunas colectas de durazno y chabacano de la diversidad que se han adaptado a diferentes regiones del país (Pérez, 1995; Rodríguez y Sherman, 1995). El manejo de diversidad de los cultivos introducidos se ha dirigido a las formas que ofrecen ventajas para su aprovechamiento directo como cultivo, o bien para fortalecer los programas de mejoramiento.

ETNOBOTÁNICA

Conviene destacar que el valor antropocéntrico de alguna especie o población de plantas es identificado en primera instancia por las comunidades humanas que empezaron a aprovechar la especie vegetal o la población específica de un cultivo dado. Con el propósito de tener documentado este aspecto Estrada (1989) revisó la información documentada en el Códice Florentino; Cuevas *et al.* (1991) hizo un levantamiento de la diversidad florística y su utilidad reconocida entre comunidades totonacas; Felger y Moser (1976) realizaron un levantamiento de plantas comestibles entre los Seris; Pennington (1963) hizo un levantamiento similar entre los Tarahumaras; Alcorn (1982) realizó algo parecido entre los Huastecos; Martínez *et al.* (1995) elaboraron un catálogo de plantas útiles en la Sierra Norte de Puebla, etc.

En la caracterización de poblaciones vegetales para estudiar la diversidad genética de un cultivo dado, es recomendable recabar información sobre las bondades que los agricultores que las cultivan les reconocen, lo cual no siempre se procura, de modo que junto con las diferencias de tipo biológico que se determinen, la forma de uso permita una consideración más integral del valor de la especie. En la valoración de la diversidad del maíz Chalqueño en el oriente del estado de México, esta consideración ha permitido detectar poblaciones que además de ser buenas para la preparación de tortillas, la preferencia declarada por los agricultores para usos específicos como tamales o pozole, está plenamente fundamentada; de esta forma el aprovechamiento de poblaciones de maíz con orientaciones antropocéntricas específicas parece facilitarse.

EVALUACIÓN

Al igual que el conocimiento de la diversidad de un cultivo dado, la evaluación de la deseabilidad desde el punto de vista agronómico de poblaciones del mismo cultivo es importante para concentrar esfuerzos en la identificación de materia prima que ofrezca las mejores perspectivas de manejo y mejoramiento.

Esta actividad es dual. Por un lado, se pueden evaluar poblaciones de agricultores o accesiones de bancos de germoplasma, con el fin de detectar aquellas que puedan brindar beneficios, ya sea para su multiplicación y distribución de propágulos entre agricultores para su explotación inmediata, o para usarlas como materia prima para enriquecer la variación genética en programas de mejoramiento genético. Por otro lado, los segregantes que se generan de manera cotidiana en programas de mejoramiento tienen que evaluarse, de modo que se pueda reducir el número de esos segregantes a través de generaciones hasta seleccionar aquellos que se destinen a la explotación agrícola como variedades o en combinaciones híbridas comerciales, material que de nueva cuenta puede considerarse como materia prima para las fases siguientes de mejoramiento genético. En este apartado se señalarán algunas de las evaluaciones que se han realizado involucrando poblaciones nativas o accesiones en bancos de germoplasma.

Habría que advertir que se han hecho evaluaciones, y los resultados de varias de ellas no se han publicado porque no se tenía en ese momento una estructura experimental suficientemente sistematizada, o bien porque no era tal el interés, sin embargo, los resultados se aplicaron para establecer las fases siguientes de investigación o mejoramiento genético.

El trabajo más abundante se ha hecho en maíz, porque es el alimento más importante en México. Tanto en el organismo antecesor al IIA como en la OEE se tuvieron que valorar poblaciones de maíz nativas de la región de interés, resultados que se reflejan en los pedigrees de las líneas que integraron los primeros híbridos liberados en los años cuarentas y cincuentas, aunque poca información hay publicada al respecto (Wellhausen, 1950). A fines de los sesenta y principios de los setenta se hizo una colecta por el entonces Plan Puebla, la cual se evaluó, y en que se detectaron materiales sobresalientes de ciclo tardío (Chalqueño) y de ciclo precoz (Cónico-Chalqueño), cuyos resultados se presentan en informes de circulación limitada (Jiménez, *et al.*, 1979).

En los sesentas y setentas se realizaron exploraciones de colecta en diferentes regiones del país y evaluaciones agronómicas (Ortega y Angeles, 1978), de las cuales se detectaron poblaciones que pudieran ser útiles en programas de mejoramiento; Ramírez *et al.* (1978) realizaron colectas de germoplasma en la región tropical del Norte de Veracruz y en la región de altura intermedia de la misma entidad realizaron evaluaciones de germoplasma tropical de ciclo intermedio y precoz. Ortega *et al.* (1991) presentan una relación de 38 poblaciones sobresalientes en el altiplano central de México, 20 sobresalientes en altitudes intermedias, 15 sobresalientes en la parte semiárida de Durango y Zacatecas y 10 en el trópico húmedo, principalmente. Silva (1992) evaluó accesiones del banco de germoplasma de maíz del CIMMYT clasificadas como de la raza Cónico en donde se confirmó la superioridad de dos poblaciones de uso intensivo en el mejoramiento genético de Valles Altos, y se detectaron alrededor de otras 10 sobresalientes no mencionadas en resultados de evaluaciones previas.

Muñoz *et al.* (1987) consideran que la diversidad genética del maíz está adaptada por su manejo por siglos en lo que llaman nichos ecológicos, de modo que el mejor aprovechamiento se puede lograr considerando esa asociación, se han hecho colectas y evaluaciones en regiones ecológicas en los estados de Puebla, Michoacán, Oaxaca y Chiapas, principalmente, detectándose poblaciones sobresalientes en cada región.

En los años ochenta, el INIFAP, en colaboración con el CIMMYT y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, realizaron evaluaciones de accesiones en el banco de germoplasma de maíz del Instituto, agrupadas en tres niveles altitudinales, en dos años de evaluación se seleccionaron las mejores 30 poblaciones en cada región (Hernández, 1994).

En la actualidad se realizan otras evaluaciones en el centro del estado de Oaxaca (CIMMYT, 1999); se evalúan poblaciones de maíz Cacahuacintle (Ortega, 1998, comunicación personal); y en el oriente del estado de México se evalúan poblaciones de Chalqueño, en esta última, entre otros, participa el primer autor de este capítulo.

La evaluación de poblaciones en cruza intervarietales se ha practicado en Maíz por investigadores como Castro (1964), Molina (1964) y Barrientos (1962) quienes exploraron la utilidad de las cruza interracial. Oyervides (1979) y Coutiño (1982) trabajaron en cruza entre poblaciones sobresalientes, principalmente de Tuxpeño. Pérez *et al.* (1991) y Balderrama (1996) realizaron investigación en cruza entre poblaciones de los Valles Altos Centrales. En estos trabajos es posible observar cruzamientos sobresalientes, cuya consideración puede ayudar a orientar el aprovechamiento de la diversidad del maíz en los programas de mejoramiento.

En frijol común también se han hecho evaluaciones de poblaciones nativas, pero existe menor documentación que en maíz. Las primeras variedades mejoradas de frijol que se liberaron en los cincuenta y sesenta en cuanto a rendimiento, sanidad y cocción, debieron tener como base la evaluación de germoplasma; en los setenta se condujeron evaluaciones de accesiones en el banco de germoplasma de frijol del entonces INIA, actividad que menciona Lépiz (1978), haciendo énfasis en la necesidad de intensificarlas para un mejor aprovechamiento, algunos resultados se presentaron en informes con circulación limitada. Ortega (1991) evaluó la variación en contenido de proteína en colectas procedentes de diferentes partes del país, se detectaron varias poblaciones que de manera clara superaron al resto, las cuales han sido foco de atención para su aprovechamiento en el mejoramiento genético. Valenzuela (1992) evaluó una serie de poblaciones de la región Mixteca con el fin de detectar aquellas que no presentaran resistencia a enfermedades de naturaleza monogénica, los cuales serían utilizados para fundar un programa de selección recurrente en resistencia horizontal a fitopatógenos.

Lépiz (1978) presentó la frecuencia de prendimiento en cruzamientos entre especies cultivadas del género *Phaseolus*, y mencionó la conveniencia de mayor estudio para el aprovechamiento en mejoramiento genético. Actualmente está en marcha un estudio para valorar el potencial que pueda ofrecer la segregación de cruzamientos entre frijoles silvestres y cultivados (Anónimo, 1999).

El amaranto ha recobrado interés en las últimas décadas y diferentes poblaciones han sido evaluadas por Espitia *et al.* (1992) y Alejandre y Gómez (1986), entre otros.

En tomate de cáscara (*Physalis* spp), aunque no hay documentación publicada, se tiene conocimiento de la evaluación de una serie de colectas en el estado de Morelos, como consecuencia de ello la población más sobresaliente detectada se liberó como variedad comercial (Saray *et al.* 1978). Recientemente se han hecho evaluaciones en el estado de México de colectas de diferentes partes del país, tanto en poblaciones *per se* como en cruzamientos intervarietales (Peña, 1998).

La evaluación de poblaciones para la identificación de germoplasma sobresaliente como fuente de diversidad obedece generalmente al interés de su aprovechamiento en programas de mejoramiento genético.

APROVECHAMIENTO

El aprovechamiento de la diversidad se remonta a las épocas en que se practicaba la recolección. En esta fase podría decirse que tal aprovechamiento obedecía más a la satisfacción de necesidades primarias que a intereses de otra naturaleza. Con la domesticación e introducción al cultivo, el componente cultural adquiere un papel preponderante, ya que de acuerdo con Harlan (1975) la agudeza mental de los que lograron la domesticación debió ser superlativa. En Mesoamérica se tienen registros que permiten estimar que la domesticación del maíz, chile y calabaza ocurrió entre los años 7000 y 5000 A.C. (McNeish, citado por Estrada, 1989).

El aprovechamiento inicial de la diversidad evolucionó hasta constituir cultivos agrícolas bien establecidos, que de acuerdo con algunas estimaciones, abastecían la alimentación de una población humana de 30 millones en el área Mesoamericana a principios del siglo XVI (Sturtevant, 1919), lo cual maravilló a los conquistadores españoles y a los estudiosos que rescataron los códices, pues se encontraron con que recorrían leguas de campos cubiertos con cultivos de maíz. Clavijero (1991), entre otros, elogió la grandeza cultural asociada al aprovechamiento de la diversidad florística de los pueblos

prehispánicos y esbozó la posibilidad de que hubiera grupos específicos dentro de algunas comunidades cuya tarea era la de practicar “mejoramiento genético”. Menciona, además, que durante el primer siglo de la colonia se había erosionado esa cultura.

En la época colonial se intensifica el aprovechamiento de la diversidad florística a través de la introducción de cultivos por los europeos; entre estos cultivos destacan los cereales, el trigo, el arroz, la cebada y la avena; entre las leguminosas de grano el haba, el garbanzo y la arveja; las hortalizas traídas de Europa se hicieron preponderantes sobre las nativas, entre ellas se cuenta a la lechuga, la espinaca, la acelga, etc.; así como frutales de clima templado como la manzana, la pera, la uva, la nuez, el durazno y el chabacano. Dado que la crianza de animales domésticos era poco relevante en la época prehispánica, los animales que se introdujeron requerían de forraje, por lo que las plantas forrajeras cultivadas en México actualmente son en su mayoría introducidas, de las cuales en el área templada destaca la alfalfa y en el trópico una serie de gramíneas. La caña de azúcar destaca entre los cultivos de uso industrial.

El aprovechamiento de la diversidad del maíz, con la aplicación de mejoramiento genético, parece haberse practicado desde fines del siglo pasado en varias regiones del país (Chávez, 1913). Con el establecimiento de programas de investigación agrícola en el IIA, la OEE y la fusión de ambas entidades en el INIA en 1961, y con su posterior transformación en INIFAP, ha permitido la liberación con ese sistema de más de 800 variedades mejoradas, entre las que destacan las de maíz, frijol y trigo, con más de 100 variedades cada uno, le siguen el sorgo, el arroz, la soya, el ajonjolí, la papa, el garbanzo y el chile con más de 20 variedades cada una, además, otros cinco cultivos con un número de variedades liberadas entre 10 y 20, y otros 23 cultivos más con menos de diez variedades liberadas en cada caso.

Además de lo anterior, las variedades mejoradas liberadas por otras instituciones han sido principalmente de maíz, estas acciones han sido realizadas por la U. A. A. “Antonio Narro”, la Facultad de Agronomía de la U. A. de Nuevo León, el Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, el Colegio de Postgraduados, la U. A. Chapingo y el ICAMEX. La reducida generación de variedades por instituciones de enseñanza se debe, en parte, a que fue hasta mediados de los setenta que se dio un aumento en el número de profesores de tiempo completo, lo que permitió dedicar esfuerzos a la investigación agrícola, aunque se presenta la limitación de disponibilidad de tiempo por la necesidad de atender las labores docentes, además de que a partir de los primeros años de los ochenta se ha mantenido una reducida disponibilidad de apoyos económicos para la investigación, lo cual ha impedido una intensidad deseable en tal actividad, por efecto de las crisis económicas que el país ha sufrido de manera recurrente.

En general, se reconoce que el aprovechamiento de la diversidad genética de los cultivos agrícolas para el incremento de la productividad ha sido limitado. Como ejemplo podemos citar el caso del maíz en el que se ha hecho mejoramiento genético, básicamente a partir de tres de las cincuenta razas reconocidas, aunque esto obedece a que son tres de las razas más productivas: Tuxpeño, Celaya y Chalqueño. De esas mismas razas se detectan poblaciones de los agricultores sobresalientes en cada evaluación que se practica, muchas de las cuales no se han logrado incorporar a los programas de mejoramiento genético, al menos en México; asimismo, los cruzamientos intervarietales sobresalientes también han recibido poca atención. No obstante, en el altiplano mexicano se están dedicando esfuerzos para incorporar germoplasma de otras regiones al mejoramiento para tratar de aprovechar dos aspectos, la divergencia genética que pudiera permitir expresiones de heterosis relevantes, y la consideración de atributos que pueden ayudar a tener avances en menor tiempo en aspectos como tipo de planta, o bien en la obtención de materiales precoces que permitan responder a condiciones de contingencia originadas por fenómenos meteorológicos, como el acortamiento del ciclo de cultivo por retraso de la temporada de lluvias, situación que es recurrente en esta región.

Otros esfuerzos se están enfocando a procurar la selección de las mejores poblaciones en una región mediante la evaluación *in situ*. Con ello se plantea que con la multiplicación y distribución de semillas de esas poblaciones sobresalientes se pudiera incrementar al menos 10% el rendimiento de una región dada, en la medida que las pruebas lo respalden. Con las mejores poblaciones se pretende hacer mejoramiento genético también *in situ*, el cual pudieran practicar los agricultores si el esquema de selección es sencillo, con el objeto de “fortalecer” el esquema tradicional de selección de semilla

mediante la elección de las mejores mazorcas con cariósides grandes y sanas que han practicado de manera consuetudinaria.

El aprovechamiento de la diversidad contenida en los parientes silvestres, como en el caso del maíz el teocintle y el *tripsacum*, parece tener más perspectivas que las sospechadas. De tal forma que Casas *et al.* (2000), en resultados preliminares, han encontrado que el teocintle en dos o tres retrocruzas hacia maíz aporta ventajas, aunque modestas, sobre el maíz originalmente cruzado. En tanto que de *tripsacum* se está tratando de incorporar su capacidad partenogenética al maíz.

Similares observaciones se pueden hacer sobre el aprovechamiento de la diversidad en el mejoramiento genético en otros cultivos. Aunque para ello se requiere organizar un esquema que permita la incorporación de formas sobresalientes de la diversidad de los cultivos al mejoramiento. Al respecto, se puede explicar que la reticencia de los programas de mejoramiento con cierto avance por incorporar poblaciones nativas se justifica por la presión de liberar nuevos materiales, mientras que el hecho de que en poblaciones “crudas” exista carga genética, por la frecuencia de alelos desfavorables sobre los que no se ha seleccionado para la reducción de tales frecuencias, no permite la obtención de resultados en el corto plazo, además de que parcialmente no hay un esquema suficientemente probado para tal aprovechamiento.

CONCLUSIONES

Ante la situación de la agricultura mexicana, que obliga a importar granos para la alimentación humana y para la industria, con erogaciones de millones de dólares, y la dependencia casi total de compra de semilla importada de hortalizas y propágulos de plantas ornamentales, entre otras importaciones de productos agropecuarios, el estudio y aprovechamiento de los recursos genéticos vegetales representan un elemento estratégico importante en el desarrollo de la agricultura y la procuración de la no dependencia alimentaria.

Además de la posibilidad del aprovechamiento de la diversidad en el mejoramiento genético, en México existen otras posibilidades de tipo más general, pero no menos valiosas, para desarrollar la agricultura y responder a las necesidades de abastecimiento de satisfactores. Esto lo constituye la atención a cultivos que han perdido importancia por razones de erosión cultural, o porque los apoyos a las actividades agrícolas se han reducido, o porque se les ha prestado poca atención por atender los cultivos importantes para la alimentación. Entre las plantas nativas varias ofrecen satisfactores, las cuales se cultivan o recolectan a nivel regional y cuyo mantenimiento se ha logrado casi espontáneamente. Así, pudiera ser conveniente intensificar los estudios de tipo etnobotánico para reconocer el potencial de esas plantas, junto con pruebas agronómicas que valoren la factibilidad de su explotación por su valor económico o por su valor de uso.

Entre las plantas utilizadas como verduras comestibles, varias se recolectan y su costo de aprovechamiento como plantas promovidas o bien su introducción al cultivo pareciera modesto en comparación con los costos de los cultivos hortícolas prevalecientes. Entre las plantas que ofrecen hojas comestibles figuran varias Amarantáceas, Quenopodiáceas, Malváceas, Leguminosas, etc.; e inflorescencias comestibles como el huauzontle, el izote, el colorín, la calabaza, etc. Pero hay muchas otras especies que han recibido poca atención, por ejemplo, el chayote por su fruto, y por su raíz tuberosa, el camote y la jícama.

Los frutales nativos, con excepción del aguacate y la papaya, han recibido poca atención. Entre los de origen tropical figuran varias Zapotáceas, Pasifloráceas, Anonáceas, la ciruela mexicana, el nanche, etc.; además, entre otras frutas de otros climas están la pitaya, la pitahaya, la tuna, el capulín, el tejocote, etc.

Entre las plantas ornamentales encontramos a la dalia, el cempoalxóchitl y la nochebuena. A grado tal que esta última se pagan regalías por los propágulos de variedades comerciales; en tanto que numerosas Cactáceas y orquídeas se trafican sin beneficio para el país.

Resulta patético que habiendo México aportado al mundo el cacao y la vainilla, se dediquen pocos esfuerzos para su mejor aprovechamiento en el país y que se tengan que hacer grandes importaciones de estos productos.

Otro aspecto relevante es el desarrollo de la agroindustria, actividad en la que se es tecnológicamente dependiente. La tecnología de alimentos de muchos productos es de tipo artesanal. La actividad conjunta de desarrollar cultivos con variedades idóneas, así como el desarrollo y calibración de la parte agroindustrial podría brindar mejores condiciones para el abastecimiento de satisfactores. En este caso se pueden mencionar a los maíces y la industrialización de la tortilla o del pozole, tamales u otros productos; el cacao y el desarrollo de la industria chocolatera; los agaves y varios tipos de industria derivada.

Lo escrito por Francisco Javier Clavijero en 1780 parece ganar relevancia en la actualidad en el sentido de que:

“Lo poco que hasta aquí hemos apuntado del reino vegetal de Anáhuac, ha sido con el dolor de ver ya perdido en gran parte el conocimiento de la historia natural que tuvieron los antiguos mexicanos. Sabemos que aquellos bosques, montes y valles están llenos de producciones utilísimas y preciosas sin

que haya un sólo que vuelva sus ojos a reconocerlas. ¿A quién no moverá a compasión el ver que de tantos tesoros que se gastan pródigamente y con lujo ruinoso en ostentación y delicias, no se destine a fundar Academias de Naturalistas que descubran y utilicen los dones que con tanta liberalidad les ha franqueado el Creador?. Este empleo de tanto honor y provecho aseguraría la subsistencia y ocuparía útilmente a tanta gente baldía, que por no tener en qué emplearse pasa la vida en el ocio más ignominioso.”

BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. 1999.** Conservation of Genetic Diversity and Improvement of Crop Production in México: A Farmer-Based Approach. 1998-1999 Report McKnight Foundation Collaborative Crop Research Program. Working document. 17 p.
- Alcorn, J. B. 1982.** Dynamics of Huastec ethnobotany: resources, resource perception and resources management in Teenek Tsabaal, México. Ph D Thesis. University of Texas. Austin.
- Alejandre I., G. y F. Gómez L. 1986.** Variabilidad en tipos criollos de amaranto (*Amaranthus spp.*). En: Trinidad S., A., Gómez L., F. y G. Juárez R.(comp.). El Amaranto *Amaranthus spp.* (Alegría), su cultivo y aprovechamiento. Chapingo, México. p. 242-261.
- Balderrama C., S. 1996.** Efectos de aptitud combinatoria en poblaciones de maíz nativas de Valles Altos de México. Tesis de Maestría en Ciencias. IREGEP, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 94 p.
- Barrientos P., F. 1962.** Aprovechamiento de cruza interracial en el programa de mejoramiento de maíz en la Mesa Central. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 45 p.
- Bukasov, S. M. 1981.** Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia; con suplementos de N. N. Kuleshov y otros. Trad. de la versión al inglés de M. H. Byleveld por Jorge León. CATIE, Unidad de Recursos Genéticos. Turrialba, Costa Rica. 168 p.
- Caballero H., F. 1986.** Estudio genético y taxonómico de poblaciones de la raza de maíz Tuxpeño. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 104 p.
- Castro G., M. 1964.** Rendimiento y heterosis con cruza interracial de maíz en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 48 p.
- Casas S., J. F., J.J. Sánchez G., J.L. Ramírez D., J. Ron P. y S. Montes H. 2000.** Rendimiento y sus componentes en retrocruza maíz-teocintle. Revista Fitotecnia Mexicana. (En prensa).
- Cervantes S., T., M. M. Goodman, E. Casas D. and J. O. Rawlings. 1978.** Use of genetic effects and genotype by environmental interactions for the classification of Mexican races of maize. Genetics 90: 339-348.
- CIMMYT. 1999.** In situ conservation of Mexican maize landraces: Capitalizing on farmer-breeders' knowledge. In: 1998 CIMMYT Annual Report. CIMMYT. México, D.F. p. 50.
- Chávez S., J. L. y F. Castillo G. 1997.** Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. & P.). Fitotecnia Mexicana (en prensa).
- Chávez, E. 1913.** Cultivo del maíz. Sec. From. Dir. Gral. de Agric. Bol. 74 (Est. Agr. Centro de México).
- Clavijero F., J. 1991.** Historia antigua de México. Colección Sepan Cuántos No. 29. 9ª edición. Editorial Porrúa. México. 623 p.
- Colegio de Postgraduados. 1984.** Las ciencias agrícolas y sus protagonistas. Volumen I. Chapingo, México. pp. 94-141.
- Cortés, H. 1979.** Cartas de Relación de la Conquista de México. Colección Austral 547. Sexta Ed. Espasa-Calpes, S.A. Madrid, España.
- Coutiño E., B de J. 1982.** Variabilidad genética en cruza dialélicas de maíz formadas con poblaciones tropicales sobresalientes. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 141 p.
- Cuevas S., J. A., E. Hernández X., T. Rojas R. y J. García P. 1991.** Estudio de los recursos fitogenéticos en el Totonacapan. En: Ortega P., R., Palomino H., G., Castillo G., F., González H., V. A. y M. Livera M. (eds). Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. p. 137-158.
- De Alzate y R., J. A. 1983.** Memoria sobre agricultura (1791). En: Rojas R., Teresa. (ed.). La Agricultura Chinampera. Colección de Cuadernos Universitarios, serie Agronomía No. 7. Universidad Autónoma Chapingo. México. P. 15-28.
- Debouck, D. 1991.** Systematics and morphology. In: Schoonhoven A. V. and O. Voyses (eds). Common beans: Research for crop improvement. C.A.B. International and Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 55-118.
- Díaz Del C., B. 1994.** Historia de la Conquista de Nueva España. Colección Sepan Cuántos No. 5. 16ª edición. Editorial Porrúa. México. 701 p.

- Doebley, J. F., M. M. Goodman, and C.W. Stuber. 1985.** Isozyme variation in the races of maize from México. *Am. J. Bot.* 72: 629-639.
- Espitia R., E. 1991.** Recursos genéticos de amaranto (*Amaranthus spp*). En: Ortega P., R., Palomino H., G., Castillo G., F., González H., V. A. y M. Livera M. (eds.). Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. p. 197-216.
- Espitia R., E., S. Miranda C. y F. Castillo G. 1992.** Variabilidad genética e interrelaciones del rendimiento y sus componentes en alegría (*Amaranthus spp*). *Agrociencia serie Fitociencia* 3 (4):83-98.
- Estrada L., E. I. J. 1989.** El Códice Florentino, su información etnobotánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 399 p.
- Felger, R.S. and M. B. Moser. 1976.** Seri indian food plants: desert subsistence without agriculture. *Ecology of Food and Nutrition* 5:13-27.
- García V., A. 1991.** El aguacate (*Persea americana* Mill). En: Ortega P., R., Palomino H., G., Castillo G., F., González H., V. A. y M. Livera M. (eds.). Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. p. 281-293.
- Gepts, P. and D. Debouck. 1991.** Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Schoonhoven A. V. and O. Voysest (eds). *Common beans: Research for crop improvement*. C.A.B. International and Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. P. 7-53.
- Harlan, J. R. 1975.** *Crops and Man*. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin. USA: 295 p.
- Hernández C., J. M. 1994.** Estimación de efectos genéticos en poblaciones nativas de maíz sobresalientes en Valles Altos, Centrales, Bajío y Trópico. Tesis de Doctor en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 190 p.
- Hernández X., E. y G. Alanís F. 1970.** Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5(1): 3-30.
- Jiménez, S. L., A. Turrent F., H. Díaz C., F. García H., G. Martínez U, and R. I. Laird. 1974.** The Puebla Project. Seven years of experience: 1967-1973. Colegio de Postgraduados. CIMMYT. 116 P.
- Khankhoje, P. 1930.** Nuevas variedades de maíz. *Est. Exptal. Agrícola, E.N.A. México, D. F. Bol. de Inv.* No. 2, 10 p.
- Laguna C., A., F. Castillo G., M. Livera M., M. C. López P. 1998.** Diversidad en caracteres morfológicos de interés ornamental en 86 familias de medios hermanos de dalia. *Fitotecnia Mexicana* (en prensa).
- Lépiz I., R. 1978.** Frijol. En: Cervantes S., T. (ed). *Recursos genéticos disponibles a México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Chapingo, México. p. 239-251.
- Lépiz. I., R. 1978.** La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis de Doctorado en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 304 p.
- López R., A., T. A. Kato Y. y F. Castillo G. 1995.** Karyotypic characterization of the race Jala of maize. *Maydica* 40: 233-244.
- Martínez A., M. A., V. Evangelista O., M. Mendoza C., G. Morales G., G. Toledo O. y A. Wong L. 1995.** Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. Instituto de Biología, UNAM. Cuadernos del Instituto de Biología 27. 303 p.
- Miranda C., S. 1966.** Mejoramiento del Frijol en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. Folleto Misceláneo No. 13. 36 p.
- Molina G., J. 1964.** Comportamiento de las razas de maíz y sus cruizas con Tuxpeño, Vandeño y Stiff Stalk Synthetic en Cotaxtla, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 61 p.
- Montes H., S. 1991.** Calabazas (*Cucurbita spp.*). En: Ortega P., R., Palomino H., G., Castillo G., F., González H., V. A. y M. Livera M. (eds.). Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. p. 239-250.
- Muñoz O., A. 1987.** Resistencia a factores adversos y mejoramiento de los patrones etnofitogenéticos de la Mixteca. En: A. Muñoz O. y B. Dimas Ch. (eds.). *Memoria del Seminario: Cómo aumentar la producción agropecuaria y forestal en la región mixteca Oaxaqueña*. Tiltepec, Oax. Agosto 13 y 14. C.E.I.C.A.D.A.R., Colegio de Postgraduados, Puebla, Puebla. P. 537-548.

- Ortega D., M. L. 1991.** Bioquímica. En: Engleman, M. E.(ed.) Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 101-112.
- Ortega P., R. A., J. J. Sánchez G., F. Castillo G. y J. M. Hernández C. 1991.** Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. en: Ortega P., R., Palomino H., G., Castillo G., F., González H., V. A. y M. Livera M. (eds.). Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. p. 161-185.
- Ortega P., R. y H. Angeles A. 1978.** Maíz. En: Cervantes S., T. (ed.). Recursos genéticos disponibles a México. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México. p. 75-84.
- Ortíz H., Y. D. 1995.** Avances en el conocimiento ecofisiológico de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). Tesis de Doctorado en Ciencias. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 159 p.
- Oyervides G., M. 1979.** Estimación de parámetros genéticos, heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas a Nayarit. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 118 p.
- Pastenes U., G., P. Ramírez V., F. Castillo G., N. M. Barcenás O., y S. Cruz I. 1996.** Diversidad genética de cultivares de frijol común tipo "Flor de mayo". I. Criterios morfológicos. En: SOMEFI. Memorias del XVI Congreso de Fitogenética. Montecillo, Edo. de México 6-11 de Octubre, p. 316.
- Pennington, C. W. 1963.** The Tarahumara of México. University of Utah Press. 267 p.
- Peña L., A. 1998.** Parámetros genéticos, respuesta a la selección y heterosis en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Doctorado en Ciencias. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 151 p.
- Pérez G., S. 1995.** Dinámica en la adopción de variedades de duraznero, ciruelo y albaricoque en México. En: INIFAP. Memorias de la Primera Reunión Nacional e Internacional sobre Producción de Durazno, Chabacano y Ciruelo. Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria. Querétaro, México. p. 45-59.
- Pérez T., F. A., A. Carballo Q., F. Castillo G. y J. Covarrubias P. 1991.** Identificación de patrones heteróticos en un grupo de variedades precoces de maíz. Agrociencia serie Fitociencia 2(2): 69-79.
- Pozo C., O., S. Montes H. y E. Redondo J. 1991.** Chile (*Capsicum spp*). En: Ortega P., R., Palomino H., G., Castillo G., F., González H., V. A. y M. Livera M. (eds). Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. p. 217-238.
- Ramírez, V. P., J. Alcázar A., M. Sierra M., y F. Gerón. 1978.** Maíz, Resultados de la Investigación en Mejoramiento Genético. 1978: CIAGOC, INIA, SARH.
- Rodríguez A., J. y W. B. Sherman. 1995.** Nuevas variedades de duraznos de pulpa firme para zonas subtropicales y de invierno moderado. En: INIFAP. Memorias de la Primera Reunión Nacional e Internacional sobre Producción de Durazno, Chabacano y Ciruelo. Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria. Querétaro, México. p. 72-75.
- Sahagún de, B. 1992.** Historia general de las cosas de Nueva España. Colección Sepan Cuántos No. 300. 23ª edición. Editorial Porrúa. México. 1091 p.
- Sánchez G., J. J. and M. M. Goodman. 1992.** Relationships among Mexican and some North American and South American races of maize. Maydica 37: 41-51.
- Saray M., C. R., A. Palacios A. y E. Villanueva. 1978.** Rendidora: una nueva variedad de tomate de cáscara. El Campo 54 (1041): 17-21.
- Silva C., E. G. 1992.** Estudio agronómico y taxonómico de colecciones de la raza de maíz cónico, su colección central y perspectivas de uso en mejoramiento genético. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 116 p.
- Solórzano V., R. 1982.** Clasificación de hábitos de crecimiento en *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 72 p.
- Spenser, D. 1984.** Soconusco: the formation of a coffee economy in Chiapas. In Benjamin, T. y W. McNellie (eds.). Other Mexicos, Essays on Regional Mexican History 1876-1911. 3ª edición. University of New México Press. USA. pp. 123-141.
- Sturtevant, E. L. 1919.** Sturtevant's notes on edible plants. Edited by U. P. Hedrick. Rep. New York Agr. Exp. Stn. For 1919 Part II. Albany, N. Y. p. 608-619.
- Valenzuela U., J. G. 1992.** Avance metodológico en la búsqueda de resistencia horizontal global al patosistema local del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Mixteca Poblana; un análisis crítico. Tesis

de Doctorado en Ciencias. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 90 p.

Valles S., C. (ed). 1997. Suculentas mexicanas: cactáceas. CVS Pub. México, D.F. 143 p.

Wellhausen, E. J. 1950. El programa de mejoramiento de maíz en México. En: La Primera Asamblea Latinoamericana de Fitogenetistas. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. Folleto misceláneo No. 5, p. 119-149.

Wellhausen, E. J., L. M. Roberts, E. Hernández X, y P. C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. Folleto Técnico No. 5. 237 p.



LEGISLACIÓN Y POLÍTICA RELACIONADA CON LA PROTECCIÓN Y VIGILANCIA DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

Agustín López Herrera¹, Tayde Morales Santos² y Gabriel Rincón Enríquez³

¹ Profesor Investigador del Departamento de Fitotecnia
Universidad Autónoma Chapingo

² Profesora Investigadora del Departamento de Ingeniería Agroindustrial
Universidad Autónoma Chapingo

³ Investigador
Sociedad Mexicana de Fitogenética

Introducción	107
Marco Jurídico Nacional	107
Antecedentes Normativos Sobre Biodiversidad	110
El Aspecto Ambiental	111
Implicaciones del Marco Legal	112
Los Recursos Naturales	113
Normas Específicas de Extracción, Usos, Aprovechamientos y Apropiações	114
Usos Biotecnológicos de los Recursos Naturales y Protección	116
Acerca del Marco Legislativo	117
Protección de la Vida Silvestre en México	118
Desarrollo Institucional y Jurídico	120
Marco Jurídico Actual de la SEMARNAP en Materia de Vida Silvestre	123
Instituciones Gubernamentales	125
Cooperación Internacional	126
Comité Trilateral México - Estados Unidos de América - Canadá para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y Ecosistemas	126
Convención de Diversidad Biológica (CBD)	128
Comisión de Cooperación Ambiental (CCA)	129
Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	129
Conclusiones	131
Bibliografía	132

INTRODUCCIÓN

La reordenación del uso de los recursos genéticos se ha tornado prioritaria en el ámbito mundial. La Cumbre de la Tierra en 1992, enmarcada en el Convenio de Biodiversidad, las reuniones de las partes promovidas por la FAO, así como las reuniones preparatorias de Bolivia, Argentina y Leipzig en Alemania, han sido intentos de representantes de todos los países por llegar a acuerdos acerca de cómo regular el uso de la flora tanto de especies silvestres como de especies cultivadas.

Los convenios multilaterales obligan a los estados miembros a regular en el interior de los países los recursos genéticos. Como es obvio, para hacer válida y efectiva la regulación internacional se ha establecido el compromiso de cumplir los acuerdos e instituir una legislación que proteja lo que ya se ha reconocido como patrimonio nacional. Los primeros interesados en tener esta normatividad y aplicarla deberían ser todos los países que poseen una gran biodiversidad. La realidad es que estas naciones enfrentan profundos problemas, especialmente de naturaleza económica y social, que impiden proteger con eficiencia el tesoro invaluable que se encuentra en su territorio: los recursos genéticos vegetales y animales. Para estos países, lamentablemente, la conservación de esos recursos no es actividad prioritaria en la problemática nacional: México es un ejemplo claro que ilustra tal situación.

Pese al retraso en la vigencia de una normatividad, en los últimos años algunos sectores académicos de México despliegan esfuerzos importantes pero no suficientes para subsanar esta carencia. Hay avances en lo que se considera prioritario que es el conocimiento de nuestra biodiversidad y en encontrar formas racionales de acceso a ella, así como prácticas para conservarla; pero la presión más fuerte es regular sobre lo que ya está identificado como útil, es decir que ya es un recurso explotable. Falta organizar y conocer lo que se ha hecho en investigación sobre esta modalidad de materiales genéticos y la legislación mexicana hasta ahora vigente.

El presente capítulo tiene como propósito, precisamente, dar a conocer el ámbito legislativo de la nación en esta materia. Con esta información se intenta proporcionar un panorama exhaustivo de la normatividad vigente, sin analizar cada una de las fuentes, sino sólo observar el grado de protección o la mención de qué y cómo se protege la biodiversidad de plantas, con énfasis en aquellas que tienen alguna utilidad antropocéntrica (recursos fitogenéticos). Los animales, no se incluyen como objetivo de este análisis.

MARCO JURÍDICO NACIONAL

Parte fundamental de este estudio fue poner de manifiesto las contradicciones entre las demandas de expansión del capital y la necesidad de garantizar la supervivencia humana. Las leyes mexicanas expresan palpablemente dichas contradicciones.

El marco jurídico nacional en materia de recursos naturales es, sin duda, prolífico. Y está formado al menos por: el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; siete leyes reglamentarias del artículo 27 constitucional (Ley Agraria, Ley Forestal, Ley de Aguas Nacionales, Ley de Pesca, Ley de Caza, Ley de Distritos de Desarrollo Rural, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); seis leyes ordinarias (Ley de Sanidad Animal, Ley de Sanidad Vegetal, Ley de Producción Certificación y Comercio de Semillas, Ley Federal de Variedades Vegetales, Ley General de Bienes Nacionales y Ley de Comercio Exterior); ochenta y seis Decretos Presidenciales de Declaratorias de Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal, incluidas todas las modalidades previstas en la Ley de la materia⁸ (reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de flora y fauna, y santuarios); múltiples reglamentos, acuerdos, convenios, así como más de cien normas oficiales mexicanas (fitosanitarias, zoonosanitarias y ecológicas) que regulan en el territorio nacional diversos aspectos relativos a los recursos naturales. Se tiene todo lo anterior, sin contar las legislaciones de las treinta y una entidades federativas y el Distrito Federal.

⁸ Hasta Enero de 1997.

De conformidad con el objeto o materia que regula cada ordenamiento legal y de acuerdo con su jerarquía constitucional, sus alcances jurídicos y ámbito de aplicación, ese conjunto de actos normativos expresan la política del Estado Mexicano en materia de propiedad, uso, extracción, aprovechamiento y protección de los recursos naturales del país.

La mayor parte de los ordenamientos en la materia, dedican sus normas a la regulación del uso, explotación, aprovechamiento y apropiación de los recursos naturales y en una menor proporción a la protección de los mismos.⁹

Para el caso de los renovables, la Carta Magna es enfática en la tierra y el agua, y establece expresamente que la propiedad de éstas "corresponde originariamente a la nación"; en cuanto a los bosques, la constitución se refiere a ellos en el párrafo tercero cuando los cataloga como un elemento natural susceptible de apropiación y en la fracción XV, cuando establece los límites máximos de la pequeña propiedad. La explotación de los bosques ha tenido a lo largo de nuestra historia pocas trabas para realizarse, incluso ahora que se encuentran seriamente perturbados, se autorizan aprovechamientos persistentes del bosque natural a través de permisos, se permite la transferencia de dichos permisos e incluso se conceden cambios de uso del suelo en terrenos forestales.

Una novedad económica y legislativa son las plantaciones forestales comerciales que están ocupando los denominados terrenos de aptitud preferentemente forestal, que no son otros sino aquellos donde en el pasado reciente hubo vegetación forestal, que fueron arrasadas por los programas gubernamentales de desmontes. Nuevamente aparece la contradicción entre bien común y medio ambiente por un lado, y desarrollo industrial y sobrevivencia del capital, por otro.

Sobre la biodiversidad en particular la Constitución es omisa, de manera interpretativa podemos deducir que su regulación está contemplada en el párrafo tercero del artículo 27 constitucional que al efecto dice:

"La Nación tendrá en todo tiempo, el derecho de imponer a la propiedad privada, las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación".

La razón posible por la cual el legislador no incluyó en la Constitución y de manera expresa como un bien nacional a la biodiversidad, en la acepción que actualmente establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)¹⁰, es que las especies de organismos vivos como tales, no tuvieron por muchas décadas en nuestro país un valor de cambio. Si aún los recursos que se requerían para el desarrollo nacional como fueron los minerales, los hidrocarburos y los bosques no lo tuvieron, mucho menos lo iban a tener las plantas y los animales así como los genes de unos y otros.

Bajo el Estado Social, las tierras ejidal y comunal estuvieron consideradas jurídicamente bienes fuera del comercio en forma absoluta por disposición de la Ley. Esta situación favoreció enormemente el saqueo de especies de nuestro territorio. Bajo el supuesto "intercambio científico" los países desarrollados sustrajeron flora y fauna, dada la ausencia de mecanismos legales de control de lo que entraba y salía, con excepción de los de carácter fito y zoonosanitarios, los cuales no tenían por objeto prohibir la salida o entrada de especies sino la de plagas y enfermedades.¹¹

⁹ Pero además, dentro de ellos, se privilegia a los no renovables tales como los "...minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria;...yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema...las salinas...productos derivados de la descomposición de las rocas...yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizados como fertilizantes...combustibles minerales sólidos...petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos..." Ver párrafos cuarto, quinto y octavo del artículo 27 y 42 fracción IV de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

¹⁰ Artículo 3° de la LGEEPA: "Para los efectos de esta Ley se entiende por: Frac. IV. Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

¹¹ "...La Secretaría de Agricultura y Ganadería autorizará o denegará, según los casos, las importaciones y exportaciones de vegetales, sus productos y subproductos, para controlar su sanidad y calidad." Art. 29 de la ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1974 y derogada por el Segundo transitorio de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 1994.

La condición de bienes inalienables e imprescriptibles¹² de los recursos naturales de la nación, que por un lado los sujeta para su uso, explotación, aprovechamiento y apropiación a permisos, autorizaciones y concesiones, y por otra, garantiza la propiedad privada de la tierra o el uso, la adquisición de derechos parcelarios y hasta el dominio pleno de la propiedad ejidal, o el usufructo y la apropiación de las tierras ejidales y comunales por terceros, ha venido a complicar la cuestión del acceso a la biodiversidad (ecosistemas, plantas, animales y genes); porque por un lado son considerados como bienes nacionales y por otro están ubicados dentro de territorios que pueden ser propiedad privada.

La biodiversidad como parte componente de los recursos que por muchos años se consideraron principales en relación con ella, como son los bosques y las selvas, siguió su suerte de manera que todas las extracciones de plantas y animales que durante décadas se han llevado a cabo por instituciones y empresas públicas y privadas, nacionales y extranjeras, han requerido de simples permisos con pago de exiguos derechos al Estado Mexicano, para entrar a las comunidades, ejidos, terrenos nacionales y propiedades privadas y coleccionar las especies vegetales, así como practicar el tráfico de animales sin el menor control posible; a menudo sí con el disgusto de los poseedores y usufructuarios de los recursos pero sin posibilidades de influir en la situación.

Tan ignorada estuvo la biodiversidad por la norma jurídica, que el concepto legal de BIODIVERSIDAD se incluye en nuestra legislación, hasta la reforma de diciembre de 1996 a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en la que ya se expresa como un conjunto de bienes sujetos a formas específicas de apropiación¹³, pero sin que se resuelva la parte nodal del caso que es el tipo y régimen de propiedad por lo que el problema persiste.

Los novísimos artículos 59, 87, 87 Bis, 87 Bis 1 y 87 Bis 2 de la LGEEPA, son expresión clara de que se continúa trabajando legislativamente bajo los conceptos contradictorios de bien común y protección del medio ambiente por un lado y desarrollo industrial y del capital por otro, entendido éste en su connotación científica, es decir, el capital como una relación social que necesariamente requiere de explotaciones intensivas de los recursos, aunque para ello deba ejercer, si es necesario, el dominio privado de éstos y de los productos, procesos y bienes intangibles derivados de su transformación biotecnológica y su manipulación a través de la ingeniería genética.

ANTECEDENTES NORMATIVOS SOBRE BIODIVERSIDAD

La Ley General de Bienes Nacionales, en la fracción XI del artículo 2º, establece que son bienes de dominio público "... los especímenes tipo de la flora y de la fauna..." esta breve mención, que sólo se refiere a las especies representativas de los ecosistemas, es la única que existe sobre la biodiversidad, anterior a las reformas de 1996 a la LGEEPA.

Los bienes de dominio público de la federación, dentro de los que se encuentran los recursos naturales, están sometidos a la jurisdicción exclusiva de los poderes federales y son parte del patrimonio nacional; en cambio, cuando se trate de bienes de dominio privado de la federación, se regirán por el derecho civil.

En el momento de formularse una propuesta de iniciativa de "Ley de Protección y Acceso a la Biodiversidad", se requerirá de análisis exhaustivos, toda vez que la coexistencia de tres formas de propiedad (social, pública y privada) más las modalidades que tienen impuestas dichas formas, y las restricciones a las mismas, presentan enormes dificultades e incongruencias en materia de uso,

¹² "La inalienabilidad significa que los bienes de dominio público no están sujetos a acción reivindicativa o de posesión definitiva o provisional y que los particulares y las entidades públicas sólo podrán adquirir sobre el uso, aprovechamiento y explotación de estos bienes, los derechos regulados en la propia ley...la inalienabilidad supone la propiedad del estado, pues si ésta no existiera no podría existir prohibición alguna para que los bienes fueran enajenados"; en tanto que la imprescriptibilidad es una consecuencia de la inalienabilidad y significa que nadie puede adquirir la propiedad privada de los bienes de la nación y por tanto de los recursos naturales en virtud de la posesión y el transcurso del tiempo. Fraga Gabino. El Régimen Patrimonial del Estado en: Derecho Administrativo, Editorial Porrúa S.A., Mex, 1979.

¹³ Art. 87 Bis.- "El aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre, así como de otros recursos biológicos con fines de utilización en la biotecnología requiere de autorización de la Secretaría".

La autorización a que se refiere este artículo sólo podrá otorgarse si se cuenta con el consentimiento previo, expreso e informado, del propietario o legítimo poseedor del predio en el que el recurso biológico se encuentre..."

explotación, aprovechamiento y apropiación, a las que ahora se le sumarán las formas y condiciones de acceso a los recursos para usos biotecnológicos.

Corresponde al gobierno federal, por principio constitucional, la regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad, la flora, la fauna y demás recursos naturales; de conformidad con las facultades que le asigna el artículo 5° de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), pero también puede constituir la propiedad privada, en beneficio de los particulares, y puede imponer modalidades a todos los tipos de propiedad, fijarles límites y restringir sus usos.

Hablar de protección de los recursos naturales resulta complejo, ya que el concepto de protección de éstos no ha tenido la misma connotación todo el tiempo. Durante toda la etapa denominada del "Estado Social" que se inicia con el triunfo de la Revolución Mexicana y comienza a declinar con los gobiernos actuales a partir del Presidente Miguel de la Madrid Hurtado, la protección de los recursos naturales se dio bajo amplios márgenes de discrecionalidad legal, toda vez que el sentido de ésta no tenía nada que ver con su conservación, antes bien, lo contemplaba en función del uso intensivo que entonces requería el desarrollo industrial del país. El agotamiento de nuestros bosques y minas, principalmente, dan cuenta de estas situaciones.

Así, no obstante que constitucionalmente se le atribuyó a la propiedad una "función social" que en teoría privilegiaba el uso de los recursos naturales para el logro del bien común, la verdad es que los amplios márgenes de discrecionalidad contemplados en las leyes de la materia permitieron el acelerado deterioro de algunos como el agua y los suelos agrícolas, o el agotamiento de otros como los mineros y los forestales. Por su parte, el crecimiento poblacional y el desarrollo urbano y de infraestructura vinieron a contribuir al acelerado deterioro, entre otras cosas porque grandes extensiones de bosques y suelos agrícolas se han cubierto de cemento y pavimento en aras de la urbanización.

Sólo de esta manera podremos entender por qué no se contemplaba en nuestra legislación la protección de la biodiversidad en su sentido actual, es decir como "protección para la conservación para una explotación permanente que a su vez garantice el no agotamiento de los mismos".

Es necesario destacar que fue en la explotación de los recursos naturales donde se fincó el desarrollo del país, principalmente en la minería incluida la extracción petrolera, la explotación forestal y la agricultura.

Es de enorme actualidad hacer un recuento y discutir las formas de propiedad, el concepto de función social y sobre todo las formas de apropiación para usos lucrativos de los recursos naturales, ya que no se puede seguir pensando en la función social de la propiedad, y, en aras de ello, estar beneficiando usos privados de entes para quienes la función social de la propiedad se contraponen con las necesidades del mercado.

Es necesario resolver de qué y para qué se quieren proteger los recursos. Lo anterior no resulta fácil; en las primeras etapas del libre cambio, los recursos se usaron gratuitamente para desarrollar y consolidar el capital; ahora éste intenta conservarlos para garantizar su supervivencia, pero también son necesarios para garantizar la supervivencia de la especie humana y ahí es donde entran en contradicción los fines. Finalmente, las leyes habrán de expresar dichas contradicciones que en la práctica jurídica significan litigios, controversias, amparos y toda suerte de procedimientos legales en la lucha por la defensa de la propiedad.

Si esto se aborda de esa manera, estaremos sentando las bases para la confección de leyes que reflejen de manera congruente la realidad social y que la normen de la manera lo menos contradictoria posible.

EL ASPECTO AMBIENTAL

Dadas las peculiaridades de la problemática ecológica, donde los ambientes naturales, objeto principal de la regulación jurídica, poco o nada tienen que ver con la fijación convencional de los límites territoriales,

ha sido necesario diseñar una política donde los niveles de gobierno federal, estatal y municipal actúen de manera armónica desde el diseño hasta la instrumentación de la política ambiental; a tal forma se le denomina "competencia concurrencial". Sobre esta forma de intervención gubernamental, expresamente refiere el artículo 73 fracción XXIX-G, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que faculta al Congreso de la Unión para "expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico".

A partir de lo anterior, y a través de la coordinación, la descentralización y la desconcentración, la competencia concurrencial puede darse en todos los casos si es necesario, de manera complementaria o en auxilio, bien sea de las entidades federativas y de los municipios para con la federación o viceversa.

La aplicación de las leyes reguladoras de los recursos naturales, dado su carácter de normas de Derecho Público, tienen un amplio margen discrecional,¹⁴ lo que en ciertos casos favorece a los objetivos de la misma y en otras es materia de amplias controversias entre los diversos actores sociales involucrados en la problemática ambiental dentro de la cual está inmersa la situación de los recursos naturales.

IMPLICACIONES DEL MARCO LEGAL

Una de las mayores complejidades que reviste el marco jurídico en materia de recursos naturales es, principalmente, la que deriva del régimen de propiedad a que están sujetos los mismos.

La Constitución General de la República, reserva para la nación, en todo momento, la propiedad originaria de las tierras, aguas y demás recursos naturales que se encuentran dentro de su territorio y en las zonas donde ésta ejerce su jurisdicción y soberanía.¹⁵

A partir de tal derecho, la nación puede constituir:

I.- La propiedad con sus tres atributos de derecho absoluto (derecho de uso, derecho de goce y disfrute, y derecho a disponer del bien.) o sea la PROPIEDAD PRIVADA. La Constitución General de la República es categórica en este concepto y así lo expresa en el párrafo primero del artículo 27.

II. Ejidos y comunidades, sobre los cuales sus propietarios sólo tienen el derecho de uso, goce y disfrute. A este tipo de propiedad se le ha denominado por los estudiosos de la cuestión agraria, PROPIEDAD SOCIAL, de manera interpretativa, ya que ni la Constitución ni la Ley Agraria lo expresan así.

III.- El PATRIMONIO NACIONAL, que está constituido por bienes de dominio público de la federación y bienes de dominio privado de la federación, sobre los cuales el gobierno federal ejerce los derechos de propiedad con sus tres atributos o el de administrador, dependiendo de las modalidades a que sujete a la propiedad sobre la cual ejerza particularmente sus actos de dominio.

A este conjunto de bienes que no son otros sino los que enumeran los párrafos cuarto, quinto y octavo del artículo 27 constitucional y artículo 42 fracción IV de la propia Carta Magna, se le ha denominado, interpretando también a la constitución, PROPIEDAD PÚBLICA, porque expresamente, ni la Constitución ni la Ley General de Bienes Nacionales lo contemplan así.

¹⁴ " El acto discrecional tiene lugar cuando la ley deja a la Administración un poder libre de apreciación para decidir si debe obrar o abstenerse, o en que momento debe obrar, o como debe obrar, o en fin, que contenido va a dar a su actuación... Así, cuando la ley use términos que no sean imperativos, sino permisivos, o facultativos, se estará frente al otorgamiento de un poder discrecional. Igual cosa ocurrirá en todos aquellos casos en que la Ley deje a la autoridad libertad de decidir su actuación por consideraciones principalmente de carácter subjetivo, tales como las de conveniencia, necesidad, equidad, razonabilidad, suficiencia, exigencia del interés u orden público, etc..." Fraga Gabino. Derecho Administrativo. Los actos obligatorios y los actos discrecionales. Editorial Porrúa S.A. México, 1971.p.p. 241-242.

¹⁵ "Constitucionalmente, la nación mexicana tiene a través del Estado, el dominio sobre su propio territorio, consistentes en el imperio que dentro de sus límites ejerce como autoridad soberana y que "...significa la pertenencia del territorio nacional a la entidad estatal como elemento consustancial e inseparable de la naturaleza de ésta..." Burgoa Ignacio. Las Garantías Individuales. Garantías de Propiedad. Editorial Porrúa, México D.F., 1989, p.p. 459, 460.

En los tres casos, la nación se reserva la propiedad originaria. Las tres formas de propiedad citadas están sujetas a fuertes limitaciones para su uso, goce, disfrute y aprovechamiento. Lo anterior se traduce en el hecho jurídico de que, si la nación requiere de dichos bienes para usos públicos o de interés social, puede recuperarlos materialmente a través de la expropiación. También puede fijarles modalidades a las tres formas básicas de propiedad, puede imponerles usos y destinos, puede constituir reservas y decidir aprovechamientos o vedarlos.

De todo lo anterior se deduce que en México las formas de derecho de propiedad, tanto la privada como la pública y la social, son formas de propiedad derivadas y se ejercen de manera limitada, aún con las reformas que sufrió el artículo 27 constitucional y que puso en el mercado tanto a la tierra rústica como a las aguas nacionales, a los bosques y más específicamente y de manera reciente, a la biodiversidad.

LOS RECURSOS NATURALES

Es en el caso de los recursos naturales donde el ejercicio del derecho de propiedad en México, adquiere mayor grado de complejidad.

Por un lado, tenemos que los bosques, y "los especímenes tipo de la flora y de la fauna" del país, están considerados como bienes de dominio público de la federación¹⁶; sin embargo, la mayor parte de ellos se encuentran dentro de los ejidos y comunidades, cuyas tierras son propiedad de los núcleos de población ejidal, según el artículo 9° de la Ley Agraria.

Entre estas dos disposiciones, en igual nivel de jerarquía constitucional, hay una ambigüedad, ya que la Ley Agraria habla de que las tierras y aguas existentes dentro de los ejidos son propiedad del núcleo ejidal pero no dice que de igual manera lo serán la flora y la fauna en ellos existente, y sí es expresa cuando dice que "los especímenes tipo de la flora y la fauna" del país están considerados como bienes de dominio público de la federación.

El legislador no ha resuelto esta ambigüedad, antes bien la ha complicado. Ello se observa en el texto del novísimo artículo 87 Bis de la LGEEPA, en el cual deja muy bien sentado que el aprovechamiento de la flora y la fauna así como de otros recursos biológicos con fines de utilización biotecnológica requerirán la autorización de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, previa autorización del propietario o legítimo poseedor del predio donde se encuentre el recurso a extraerse, de lo que podríamos inferir que de acuerdo con los tres ordenamientos que hemos citado, la flora y la fauna son copropiedad de la nación por un lado y de los ejidos, comunidades y propietarios privados por otro; ya que para que tales recursos naturales puedan ser aprovechados se requiere la participación del propietario originario y de los propietarios derivados, sean privados o sociales.

Esta novedad sobre el ejercicio del derecho de propiedad sobre los recursos naturales en México también se puede apreciar en el artículo 59 de la LGEEPA, que permite que todas las formas de propiedad coparticipen, voluntariamente, en la creación y administración de una área natural protegida lo cual hará innecesaria, aunque la ley expresamente no lo diga, la expropiación por causa de utilidad pública y generará una suerte de copropiedad sobre los recursos naturales y, por tanto, de su usufructo.

Mientras tanto, el concepto de propiedad social, acuñado por los estudiosos de la cuestión agraria, sobre todo los que analizan los llamados derechos sociales del pueblo mexicano, se ha quedado como sinónimo de derecho de propiedad limitado; otros le denominan tenencia de la tierra, pero en los dos casos significa uso, goce y usufructo sin derecho a disponer del bien para enajenarlo libremente como sucede con la propiedad privada. Ni siquiera con la reforma de 1992 la tierra ejidal y mucho menos la comunal se pueden enajenar en los términos del Derecho Civil, sino conforme a la Ley Especial, que en este caso es la Ley Agraria.

¹⁶ Artículo 2°, fracción XI de la Ley General de Bienes Nacionales.

De lo anterior se deriva toda la reglamentación para acceder al uso, extracción, aprovechamiento y apropiación de los recursos naturales existentes tanto en su superficie como en el subsuelo. Si estos fueran en los términos del derecho de la propiedad privada, cada núcleo ejidal, cada comunidad, cada sujeto podría, sin la intervención del Estado, enajenar libremente el recurso tierra y todos sus componentes superficiales o del subsuelo. Sin embargo, no es así, ya que se requieren de una serie de permisos, autorizaciones, licencias, y concesiones para lograrlo y sólo recientemente, con la novedad legislativa anotada, se requiere también de su consentimiento previo, expreso e informado.

De otra manera, no se entendería por qué en materia de recursos naturales unos son los propietarios de los recursos y otros son los que objetivamente los pueden usar, aprovechar, extraer y apropiárselos con fines mercantiles. La conclusión es la siguiente: en México, los dueños del capital ejercen el dominio sobre la propiedad ajena, porque son los que pueden invertir cuantiosos capitales para extraerlos, usarlos, aprovecharlos o apropiárselos fundamentalmente como materia prima.

De lo anterior podemos concluir que a partir de la reforma de 1996 a la LGEEPA, la flora y fauna silvestre y acuática y en general la diversidad biológica quedaron en una suerte de copropiedad entre la nación y los propietarios derivados, llámense ejidatarios, comuneros o propietarios privados.

Es de suponerse que será bajo esa óptica como incursionará México en el agresivo y monopolizante mercado de los recursos fitogenéticos para usos biotecnológicos.

NORMAS ESPECÍFICAS DE EXTRACCIÓN, USOS, APROVECHAMIENTOS Y APROPIACIONES

La normalización como sistema es un fenómeno de la globalización de los mercados, la cual hoy por hoy pone a disposición de los consumidores de todo el orbe, un gran número de opciones y oportunidades para elegir los bienes o servicios que ellos requieren, de acuerdo con sus necesidades y sus expectativas.

Así, los actuales y sofisticados esquemas de comercialización obligan a las empresas, por un lado, a definir los niveles de calidad de los bienes y servicios que ofertan y, por otro, a mantenerlos o elevarlos con el fin de garantizar su permanencia en el mercado, el cual, si bien cada día es más abierto, también es cada vez más agresivo en la competencia y más saturado en la oferta.

En este contexto, en el que ahora también se mueven la extracción, uso, aprovechamiento y apropiación de los recursos naturales a raíz de la apertura explosiva de sus mercados y con motivo de la firma del Tratado Trilateral del Libre Comercio con Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica, México ha debido entrar en una febril actividad de normalización en diversas ramas de las actividades productivas. Tal actividad ha abarcado desde la modificación de sus bases constitucionales en materia de propiedad, como ya lo apreciamos en párrafos anteriores, pasando por la derogación o abrogación de importantes leyes generales y la promulgación de otras, así como la formulación y puesta en vigencia de infinidad de NORMAS OFICIALES MEXICANAS. Corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), a través del Comité Consultivo de Normalización para la Protección, Fomento y Aprovechamiento de los Recursos Forestales y de Flora y Fauna Silvestre, emitir las normas correspondientes, dentro de las cuales se encuentran, hasta la fecha, las que se relacionan y describen de manera sucinta en el presente documento.

Entre los ordenamientos de vigencia general en el país que ya fueron ajustados a dichas necesidades están: la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas (1991); la Ley sobre Metrología y Normalización; la Ley Federal de Sanidad Vegetal (1994); la Ley de la Propiedad Industrial (1991, 1997), y todas las reglamentarias del artículo 27 constitucional.

Sin embargo, como la normalización no significa nada sin la certificación, la acreditación y la verificación, México ha tenido que generar su propia infraestructura legal y material en este campo, para responder a

esas necesidades del mercado, dando lugar con ello a la creación de todo un sistema en el que intervienen la Comisión Nacional de Normalización y Certificación, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Sistemas de Calidad, los sistemas nacionales de acreditamiento de laboratorios de pruebas (SINALP) y de calibración (SNC), así como la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

No es tarea fácil, empero, elaborar y poner en vigencia normas técnicas con carácter de obligatorias como son las actuales Normas Oficiales Mexicanas. El problema de la propiedad, las desigualdades económicas y tecnológicas y las diferencias lingüísticas entre los países del orbe plantean serias dificultades a conceptos básicos, principalmente el de calidad, sin contar los que atañen específicamente a los recursos naturales, por lo que ha sido necesario buscar la armonización, adaptación o adopción de normas.

México en algunos casos ha tenido que adaptar y en otros adoptar normas internacionales para transformarlas en sus equivalentes mexicanas; en otros casos ha creado las propias sin referentes internacionales.

En materia ambiental, que incluye el uso, aprovechamiento, apropiación y protección de los recursos naturales, en los últimos cinco años México ha emitido más de cien normas oficiales mexicanas en materia de exigibilidad para los usos y aprovechamientos de los recursos naturales, las cuales si bien técnicamente pueden calificarse de avanzadas, han venido a hacer más compleja la situación, dadas las medidas restrictivas de orden técnico que contemplan para su protección y las cuales afectan a los poseedores de los mismos. Estos poseedores basan su reproducción social en un mercadeo de subsistencia de los recursos naturales que se encuentran dentro de sus posesiones.

Esto es, las Normas Oficiales Mexicanas finalmente están cumpliendo la función de proteger los recursos naturales en tanto que es materia prima necesaria para la industria, máxime ahora que los resultados adversos de los productos sintéticos en la salud humana y en el medio ambiente han motivado que se vuelva la mirada a la naturaleza.

No todos los grupos sociales están volviendo sus pasos para reencontrarse con la naturaleza por las mismas causas ni con los mismos fines. En la preocupación por la destrucción de las cadenas tróficas, por la necesidad de formar variedades vegetales y animales resistentes a plagas y enfermedades, por la urgencia de encontrar sustancias activas que curen graves enfermedades, porque propiedades alimenticias hasta hoy desconocidas procuren la protección de la salud, confluyen muchos y muy variados intereses en la esfera mundial; las Normas Oficiales Mexicanas, reflejan todo esto (ver apéndice).

Baste tomar muestras de dichas normas y analizarlas para advertir esa nueva realidad. Por ello resulta ilusorio pensar que los ejidatarios, comuneros, y pequeños propietarios minifundistas vayan a ser beneficiados más allá de lo que puede serlo alguien que finalmente ha tenido y seguirá teniendo la condición de custodio de los recursos naturales.

Pagar a los campesinos por estar realizando de manera permanente la selección de especies y variedades, por procurar su no extinción, por otorgar su consentimiento para el muestreo y en ciertos casos aportar sus conocimientos empíricos sobre los usos y propiedades de ciertas especies vegetales (incluyendo hongos), y animales, es un problema menor que la industria podría resolver con dinero. Luego, si de eso se trata, es necesario que así se establezca en las leyes generales y en las normas individualizadas.

USOS BIOTECNOLÓGICOS DE LOS RECURSOS NATURALES Y PROTECCIÓN LEGAL

Cuando se habla de protección legal de los recursos naturales, es necesario contestar algunas interrogantes como las siguientes:

- ¿ Qué recursos se protegen?
- ¿ De qué, de quiénes y para quiénes se protegen los recursos naturales?
- ¿ Con qué objeto se protegen los recursos naturales?

Dos necesidades históricas, "la producción de bienes materiales y la reproducción social", se debaten en el ámbito mundial, en el dilema de aprovechar o enfrentar la pérdida irreversible de la diversidad biológica y con ello la destrucción de nuestro planeta que transporta por el espacio, desde hace millones de años, una compleja y fantástica creación de organismos vivos lograda por la evolución natural.

Cien millones de años de trabajo le ha costado a la naturaleza producir a través de sus mecanismos normales el mismo número de especies, que se está destruyendo a una velocidad un millón de veces más rápida que la tasa a la cual se producen nuevas especies por medio de la evolución,¹⁷ esto con los consiguientes riesgos, algunos ya presentes, de convertir al hombre en una especie en peligro de extinción.

Por otro lado, están los intereses de los grandes capitales invertidos en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, que requieren de considerables cantidades de recursos naturales como materia prima para la producción.

Así, ante la acelerada pérdida de la diversidad biológica de los países que aún son ricos en ella, los países altamente desarrollados se aprestan a proteger sus plantas y animales como una materia prima cada vez más escasa, a la vez que más requerida, en tanto el hombre tiende a regresar a sus orígenes en el uso alimentario, medicinal y cosmético libre de agroquímicos.

Los países dueños de los recursos, a la vez, reclaman que cese el saqueo y buscan las formas legales, técnicas, sociales y financieras de revertir los procesos de degradación, estimular la recuperación de sus ecosistemas, repoblarlos florística y faunísticamente y frenar la extinción de sus especies.

Así, los recursos naturales, en especial la vegetación silvestre que posee propiedades curativas, regenerativas, alimenticias y cosméticas, así como las que son utilizadas para mejorar su calidad, su aspecto, aumentar sus propiedades o sus rendimientos productivos a través de la manipulación genética, son hoy por hoy el nuevo oro, el oro verde como ya se le dice, para unos porque significan dividendos, ganancias, para otros porque significan vida, aire fresco, agua limpia, ambiente propicio para una vida sana, y más allá, significa la continuidad de los procesos evolutivos, la continuidad de la vida.

La revolución científica en materia de biotecnología e ingeniería genética está poniendo nuevamente en jaque a los recursos naturales. Si bien a partir de la revolución industrial surgió el uso intensivo e indiscriminado de ellos, hoy la situación es más riesgosa, ya que se trata de transformarlos manipulando el genoma, cuyas consecuencias negativas en algunos casos aunque se conocen no se están evitando.

La homogenización de las variedades vegetales, la introducción de genes de un organismo a otro sin que necesariamente correspondan con su especie, la producción de organismos vivos, no para reproducirlos como tales sino para utilizar sus partes para lo cual los almacenan en bancos de órganos, y la clonación vegetal y animal, hasta ahora, nos están indicando que se requieren de nuevas categorías filosóficas, económicas, sociales y jurídicas para enfrentar esa realidad; dentro de ellas, el concepto de propiedad como categoría económica y el derecho de propiedad como categoría jurídica.

Lo anterior, porque estamos llegando al extremo absurdo de un concepto de propiedad absoluta de los dueños del dinero sobre la propiedad personal de los individuos, de sus casas, de su fuerza de trabajo, del producto de su intelecto y, ahora también, de los bienes que constituyen el hábitat natural de la especie humana.

¹⁷ La diversidad biológica de Iberoamérica. Estado de la Biodiversidad en México. Guadalupe Williams L. y otros. Gonzalo Halfiter (Compilador). CYTED-D. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología A.C. SEDESOL, 1992, Xalapa, Ver. .278 p.

ACERCA DEL MARCO LEGISLATIVO

México, como muchos de los países del mundo, ha protegido los recursos naturales a través de leyes. Esta protección abarca un ámbito muy amplio pues ahí se incluyen: el suelo, minerales, petróleo, etc.; y, como ya se mencionó en la introducción de este capítulo, se interpreta la inclusión de la flora y la fauna. La legislación para regular el acceso y conservación de la flora se ha venido haciendo en casi todos los países del Sur a raíz de la Cumbre de la Tierra en Brasil en 1992, y aunque podría parecer abundante en el caso de México, ésta no es suficiente. No lo es, porque no se conoce la cantidad de especies con que contamos, ya que los recursos no eran un bien importante sino hasta que las grandes compañías transnacionales de los países desarrollados inician la disputa por la posesión y acceso de recursos genéticos de diversos países.

La ausencia de legislación sobre biodiversidad es notoria desde la misma Constitución Mexicana, donde no se hace mención de la protección específica de animales y plantas. El Estado se hace responsable del cuidado de los recursos naturales en los que se incluyen los animales y las plantas, pero al no ser específica no se tiene la gama de leyes que protejan la gran diversidad de situaciones a las que están expuestos los recursos fitogenéticos.

El punto focal del cuidado de los recursos genéticos (plantas y animales) en México es la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). De aquí han emanado modificaciones a la principal ley que protege la biodiversidad, las cuales en gran medida han respondido a presiones externas dictadas por los acuerdos internacionales signados por México como es el Convenio de Diversidad Biológica. Las versiones anteriores de esta ley prácticamente olvidaron la protección de la biodiversidad del país y sólo se hacía responsable, de alguna manera, de lo incluido en las áreas protegidas, que representaban no más de 7% del territorio nacional.

La ley de referencia es la General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) modificada en 1996. Esta protege la biodiversidad en lo general. La ley contiene serias contradicciones y la ausencia de un reglamento permite que las decisiones discrecionales de las autoridades de SEMARNAP violenten o no protejan cabalmente los recursos bajo su custodia.

Algunas de las contradicciones de la LGEEPA se localizan en las definiciones. La referencia de lo que se entiende por biodiversidad explícitamente excluye los genes que son tan importantes como materia prima valiosa para las innovaciones biotecnológicas. La definición de recursos biológicos sugiere que se incluyen a los genes, y el contexto de algunos artículos así lo hacen suponer al mencionar los permisos especiales para fines biotecnológicos; sin embargo, no queda claro como se podrá controlar este tipo de aspectos. Pero lo más contradictorio radica en las definiciones de *fauna* y *flora silvestres* que abarca las poblaciones de animales y plantas que se desarrollan *libremente* así como las que se encuentren "*bajo control del hombre*". Es decir, si lo silvestre incluye lo cultivado, esto hace complicado la toma de decisiones por parte de la autoridad, porque en la práctica existen diferencias abismales de lo que se incluye en esta sola definición.

La contradicción mencionada en la LGEEPA provoca un traslape con otras leyes. El problema radica en que el material controlado por el hombre se legisla a través de la Ley Federal de Variedades Vegetales. Si esto es cierto, al aplicar la LGEEPA sobre las variedades vegetales (que son poblaciones y especímenes controlados por el hombre) se tendría un conflicto de intereses entre el gobierno y los particulares, ya que las compañías privadas o instituciones públicas que usen material genético de los criollos, controlados por el hombre, para la formación de sus híbridos tendrían primero que solicitar permiso para utilizarlos y pagar regalías a las comunidades poseedoras de estos materiales genéticos al momento de tener ganancias. Por otro lado, se tiene que establecer primero cuál de las dos leyes es superior a la otra y como ejercer lo que resulte del litigio.

Existen otras contradicciones entre leyes que urgen su modificación y sincronización. En las leyes lo que puede parecer nimio llega a tener dimensiones mucho mayores con grandes repercusiones. La disparidad en disposiciones de la ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas y la Norma

Oficial Mexicana (NOM) 056 FITO 1995, que establecen diferentes periodos para dictaminar sobre los permisos para realizar pruebas de campo con organismos genéticamente modificados, pone al descubierto que la publicación de ordenamientos como éstos no resultó de la consulta con otras instancias, de tal manera que de acuerdo con la ley mencionada el periodo es de 60 días y en la Norma de 120. Nuevamente la jerarquía de una ley y la de una norma enfrentan a la autoridad a un problema potencial y a una serie de decisiones, ya que la pregunta a contestar es sí la ley es superior a la norma, dadas las condiciones como estas últimas han surgido es nuestro país.

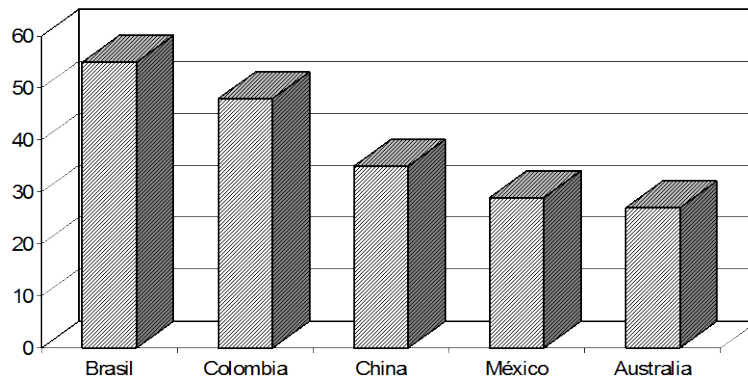
Es notorio resaltar que la LGEEPA sólo menciona en dos artículos (87 y 87 bis) el acceso a la biodiversidad. Únicamente en dos fracciones se enfatiza cómo las comunidades o dueños de predios consientan ese acceso (fracción X art. 79¹⁸ y art. 87 párrafo 4¹⁹). Lo importante de lo antes mencionado, como ejemplos, es la carencia de leyes, reglamentos y normas que protejan a la biodiversidad (ecosistemas, plantas, animales y genes). Contiene ausencias graves al no definir con claridad los productos no maderables y la manera de protegerlos. También es evidente que el país carece de suficiente personal capacitado para instrumentar la ley vigente.

PROTECCIÓN DE LA VIDA SILVESTRE EN MÉXICO

Por considerar de importancia el análisis y opiniones que se presentan en el libro de la SEMARNAP titulado *Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural: 1997-2000*, publicado en 1997, en los siguientes apartados se reproducen fragmentos textuales con algunos datos actualizados.

Diversidad biológica

México con un territorio de casi 2 millones de km² y 10 millones de kilómetros de litoral ocupa el decimocuarto lugar en el mundo en cuanto a extensión territorial. Su diversidad de climas lo incluye como uno de los catorce países megadiversos: aloja la mayor cantidad de especies de reptiles en el mundo (717), el segundo en mamíferos (439 especies) y el cuarto en plantas vasculares (29 000 especies) (Figuras 5.1 y 5.2).

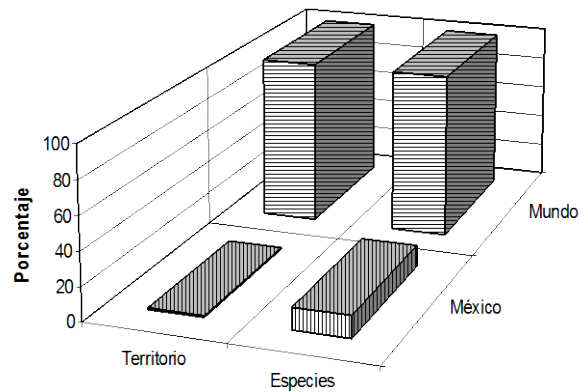


Fuente: SEMARNAP. 1997

Figura 5.1. Riqueza comparativa de especies de flora (miles de especies)

¹⁸ Fracción X: “El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten”.

¹⁹ “El aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre requiere el consentimiento expreso del propietario o legítimo poseedor del predio en que éstas se encuentren...”



Fuente: SEMARNAP. 1997

Figura 5.2. Relación de porcentaje territorial y especies entre México y el mundo

Pérdida de la biodiversidad

Actualmente 70% del territorio nacional sufre algún grado de desertificación. Más de 50% de la cubierta vegetal original del país se ha perdido, lo que ha provocado alteración drástica de hábitat. Los indicadores más contundentes del daño ecológico son la extinción de especies y el incremento en el número de las amenazadas.

Cuadro 5.1. Número de especies extintas en México de 1600 a la fecha

Grupo	Número de especies	Principales causas
Plantas superiores	11	Destrucción de hábitat
Peces (dulceacuícolas)	16	Destrucción de hábitat, predadores y sobreexplotación
Anfibios y reptiles	2	Destrucción de hábitat e hibridación con otras especies
Aves	10	Cacería, destrucción de hábitat y desplazamiento por especies exóticas
Mamíferos	10	Cacería, destrucción de hábitat y desplazamiento por especies exóticas

Fuente: SEMARNAP. 1997

Cuadro 5.2. Grupo y número de especies en riesgo

Grupo	En peligro	Endémicas en peligro	Amenazadas	Endémicas amenazadas	Raras	Endémicas raras	Protección especial	Endémicas protección especial
Mamíferos	32	13	31	87	47	44	11	0
Aves	30	20	84	28	122	6	8	3
Reptiles	13	3	40	71	84	224	29	13
Anfibios	1	6	7	34	38	97	2	14
Peces	10	49	10	51	5	15	0	0
Invertebrados	10	11	11	0	0	0	18	1
Plantas	56	66	159	168	186	219	31	12
Hongos	10	0	9	0	28	0	6	0

Fuente: SEMARNAP. 1997

El avance de la frontera agrícola y ganadera, las formas irracionales de explotación agropecuaria y forestal; la introducción no ponderada de especies exóticas; el tráfico ilegal; la expansión de la mancha urbana; la contaminación de suelo, aire y agua; las prácticas cinegéticas irresponsables y el desarrollo no

regulado de infraestructura de servicios, son las principales causas que ponen en peligro la sobrevivencia de muchas especies silvestres (Cuadros 5.1, 5.2 y 5.3).

Cuadro 5.3. Cotización de especies mexicanas

Nombre común	Nombre científico	Mercado local (\$)	Mercado internacional (Dls.)
Guacamaya roja	<i>Ara macao</i>	6,000	5,000
Guacamaya verde	<i>Ara militaris</i>	3,000	4,000
Loro cabeza amarilla	<i>Amazona oratrix</i>	1,000	3,000
Cotorra frente roja	<i>Amazona viridigenalis</i>	400	1,500
Tucán pecho amarillo	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	500	6,000
Halcón cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	500	300
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	1,000	1,500
Mono araña	<i>Ateles geoffroyi</i>	2,500	1,500
Mono aullador	<i>Alouatta palliata</i>	2,500	1,500
Tarántula patas rojas	<i>Brachypelma smithii</i>	40	35
Boa	<i>Boa constrictor</i>	400	200
Cactus	Varias especies	100-200	2-2,000
Orquídeas	Varias especies	30-300	10,000
Borrego cimarrón	<i>Ovis canadensis</i>	400,000	50,000
Cérvidos	Varias especies	400-45,000	60-6,000

Fuente: SEMARNAP. 1997

DESARROLLO INSTITUCIONAL Y JURÍDICO

Las labores de gestión del gobierno mexicano para administrar y regular el aprovechamiento de los recursos de flora y fauna silvestres, en el presente siglo se inician con la creación, en 1904, de la *Junta Central de Bosques y Arboledas*, a la que ha seguido una sucesión de ajustes institucionales hasta llegar a la actual *Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca* (SEMARNAP) (Cuadro 5.4).

Cuadro 5.4. Instituciones relacionadas con vida silvestre

Dependencias	Periodo
Junta Central de Bosques y Arboledas	1904
Departamento de Bosques	1908 a 1920
Dirección Forestal y de Caza y Pesca	1920 a 1930
Departamento Forestal	1930 a 1934
Departamento Autónomo Forestal y de Caza y Pesca	1934 a 1940
Dirección General Forestal y de Caza y Pesca	1940 a 1950
Subsecretaría Forestal y de la Fauna	1950 a 1982
Subsecretaría de Ecología (SEDUE)	1982 a 1992
Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre (SARH) operativo	1992 a 1994
Instituto Nacional de Ecología (SEDESOL) normativo	1992 a 1994
Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)	a partir de 1994
Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP) política, normatividad y operación	a partir de 1994
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (SEMARNAP) vigilancia	a partir de 1994

Fuente: SEMARNAP. 1997

El complejo desarrollo del país en este período ha determinado una evolución institucional que no siempre ha contado con un marco regulatorio acorde con las necesidades prácticas y cambiantes de la realidad nacional. A finales de los años 40, el Departamento de Caza, adscrito a la entonces Dirección General Forestal y de Caza de la Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza, de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, se encargó de normar e impulsar tareas de conservación, administración, manejo y aprovechamiento.

En 1951, año en que se creó la Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza, la fauna silvestre mereció un tratamiento y manejo exclusivamente desde la perspectiva cinegética, a través de la Dirección General Forestal, de Caza y Pesca.

El primer esfuerzo por cambiar el marco administrativo institucional se dio a través del Acuerdo Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación del 30 de junio de 1964, al modificar las antiguas instituciones de la Subsecretaría Forestal y de Fauna y crear la Dirección General de Fauna Silvestre, elevando a ésta en la jerarquía administrativa.

En 1982 se estableció la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y, dentro de ésta, la Subsecretaría de Ecología y la Dirección General de Flora y Fauna Silvestres. En 1992 las funciones de la SEDUE fueron absorbidas por las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y de Desarrollo Social (SEDESOL) a través del Instituto Nacional de Ecología (INE), con lo que se redujo la jerarquía y alcance institucional de las políticas sobre vida silvestre, disminuyendo las facultades al tiempo que se duplicaban las funciones administrativas. La antigua Dirección General de Flora y Fauna Silvestres se dividió en dos Direcciones de Área ubicadas en distintas Secretarías. La inadecuada categoría y los continuos cambios en las atribuciones y tareas se vieron reflejados en la limitación de las capacidades políticas, técnicas y administrativas para resolver la problemática nacional de la vida silvestre.

Tomando en cuenta esta situación y otras, en 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), con lo que el Gobierno Federal reconoce la importancia estratégica que representan la flora y fauna silvestres para el país, consolidando las funciones y restituyéndole su jerarquía con la creación de la actual Dirección General de Vida Silvestre al interior del INE.

Desde la emisión en 1870 del primer código relacionado con vida silvestre, transcurrieron 126 años sin tener una regulación acorde con las necesidades reales de conservación y aprovechamiento de la vida silvestre (Cuadro 5.5).

Cuadro 5.5. Cronología histórica de leyes relacionadas con vida silvestre hasta 1951

Instrumento	Año
Código Civil para el Distrito Federal y Territorios	1870
Modificaciones al Código Civil para el Distrito Federal y Territorios	1884
Disposiciones Reglamentarias para las Vedas de Caza	1924
Adición a las Disposiciones Reglamentarias para las Vedas de Caza	1924
Modificaciones al Código Civil para el Distrito Federal y Territorios	1928
Adición a las Disposiciones Reglamentarias para las Vedas de Caza	1928
Modificaciones al Código Civil para el Distrito Federal y Territorios	1936
Ley de Caza	1940
Ley Federal de Caza	1951

Fuente: SEMARNAP. 1997

El marco jurídico que norma y regula la vida silvestre se puede dividir en dos grupos, el *básico* y el *relacionado*. El primero se refiere al conjunto de instrumentos que regulan de manera directa al recurso, al manejo y al aprovechamiento de éste; mientras que el segundo reúne a diversas leyes y reglamentos que permiten dar apoyo a la aplicación de normas para actividades particulares.

El marco jurídico *básico* actual en materia de vida silvestre consta de 12 instrumentos, entre leyes, convenciones, reglamentos, normas y acuerdos, 10 de los cuales no tienen más de 10 años de creación. El *relacionado* consta de 10 leyes, 4 reglamentos y 1 convenio internacional (Cuadro 5.6.).

Sin embargo, estos 28 instrumentos jurídicos dificultan frecuentemente la operación de las actividades relacionadas con el uso, manejo y aprovechamiento de vida silvestre, ya que a pesar de la cantidad de normas, la legislación específica es muy reducida y sobre todo dispersa.

Cuadro 5.6. Fechas de publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF) de leyes relacionadas con la vida silvestre.

Instrumento	Fecha DOF
Básico	
1. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal	28/12/94
2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	13/12/96
3. Ley Federal de Caza	03/12/51
4. Convención para la Protección de Aves Migratorias y Mamíferos Migrantes	07/02/36
5. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (adhesión de México)	24/06/91
6. Convención de Diversidad Biológica (adhesión de México)	07/05/93
7. Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca	08/07/96
8. Manual de Procedimientos para la Importación y Exportación de Especies de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas, sus Productos y Subproductos, así como para la importación de Productos Forestales, Sujetos a Regulación por Parte de la SEMARNAP	31/07/96
9. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059/94	16/05/94
10. Acuerdo por el que se establece el Calendario para la Captura, Transporte y Aprovechamiento Racional de Aves Canoras y de Ornato	30/08/96
11. Acuerdo por el que se Establece el Calendario Cinegético	30/12/96
12. Acuerdo por el que se crea la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	16/03/92

Cuadro 5.6. continuación..

Instrumento	Fecha DOF
Relacionado	
13. Ley de Pesca	25/06/92
14. Ley Federal de Sanidad Vegetal	05/01/94
15. Ley Federal de Sanidad Animal	18/06/93
16. Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos	21/12/95
17. Ley de Comercio Exterior	27/07/93
18. Ley Aduanera	15/12/95
19. Ley Federal de Procedimientos Administrativos	04/08/94
20. Ley Federal sobre Metrología y Normalización	01/07/92
21. Ley Federal de Derechos	30/12/96
22. Ley Forestal	09/12/92
23. Reglamento de la Ley Forestal	21/02/94
24. Reglamento de la Ley de Pesca	21/07/92
25. Reglamento de la Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos en Materia de Sanidad Vegetal	18/01/80
26. Reglamento de la Ley Aduanera	06/06/96
27. Código Penal	13/12/96
28. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria	16/07/76

Fuente: SEMARNAP. 1997

MARCO JURÍDICO ACTUAL DE LA SEMARNAP EN MATERIA DE VIDA SILVESTRE

Principales limitaciones jurídicas

La *Ley Federal de Caza*, emitida en 1951, norma de manera inadecuada e insuficiente la actividad cinegética. No contempla las especies acuáticas ni la práctica cinegética en criaderos; prohíbe la comercialización de productos de esta actividad; sólo por acuerdo presidencial se autoriza la captura con fines de investigación, culturales y para repoblación; prohíbe a los mexicanos la exportación de piezas de caza vivas o muertas; los delitos y las sanciones están desequilibrados (cazar sin permiso es una falta y no un delito); no contempla ninguna otra modalidad de aprovechamiento y establece la obligatoriedad, fuera de todo derecho, de pertenecer a una organización para ejercer la actividad. Carece además de reglamento, por lo cual ha sido necesario cubrir esa falta mediante la publicación periódica de los procedimientos relativos a la caza, dentro del Acuerdo por el que se Establece el Calendario Cinegético.

La *Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos* establece que los permisos de transportación de armas con fines de actividad cinegética, sólo se expiden a quienes sean miembros de algún club o asociación registrada ante la Secretaría de la Defensa Nacional. En el caso de varones, ésta se otorga sólo a quienes, entre otros requisitos, hayan cumplido con el servicio militar, lo que imposibilita a los menores de edad a ejercer la actividad cinegética, en contra de lo que sucede en muchos otros países.

La *Ley Forestal* se estableció para regular el aprovechamiento forestal, sin considerar claramente el uso y conservación de especies no maderables y de fauna silvestre asociada. Este enfoque parcial provoca lagunas importantes que dificultan la adecuada regulación para la conservación y el aprovechamiento de la flora silvestre, afectando particularmente a las consideradas en la NOM-ECOL-059/94, al no contemplar con claridad el perjuicio que pueden causar sobre estas especies los aprovechamientos de otras. Esto dificulta la ejecución de compromisos para la conservación y el desarrollo sustentable asumidos por México en el marco de la Convención de Diversidad Biológica (CBD), Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), Convención de Humedales de Importancia Internacional (Ramsar) y otros acuerdos y convenios internacionales suscritos.

La *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (LGEEPA) establecía, antes de las reformas de octubre de 1996, una inadecuada distinción entre las especies terrestres y las acuáticas y dificultaba la determinación de competencias y atribuciones entre los diferentes sectores del gobierno federal. Su reglamentación está en proceso, por lo que todavía no se cuenta con instrumentos que definan con claridad la regulación para las diversas alternativas de aprovechamiento.

La *Ley de Pesca*, a pesar de que regula propiamente las pesquerías, establece una distinción entre éstas y la llamada *pesca de fomento* (que incluye la experimentación, cultivo, desarrollo, repoblación y conservación), lo que genera confusión y discrecionalidad en cuanto a las atribuciones en el otorgamiento de permisos y autorizaciones, desalentando la inversión y el desarrollo de estudios. Por otro lado, presenta problemas conceptuales serios al considerar como fauna y flora acuáticas a todas aquellas especies en las que parte de su ciclo de vida se relaciona con el agua; por ejemplo, algunas especies de anfibios (ranas), de reptiles (cocodrilos), de mamíferos marinos y otras, como las aves acuáticas, quedan por lo tanto reguladas *sensu stricto* por este ordenamiento, lo que sin duda es erróneo.

Con las *Leyes Federales de Sanidad Vegetal y Animal* existen problemas conceptuales y de definición entre flora cultivada y silvestre y entre fauna silvestre, doméstica y de uso pecuario, lo que dificulta su cabal aplicación.

La *Ley de Metrología y Normalización* establece que toda norma técnica, decreto o acuerdo deberá modificarse para ajustarlo a la figura jurídica de Norma Oficial Mexicana. Por las características originales de esta Ley, dirigida a normar procesos industriales, se dificulta su aplicación en seres vivos, ya que éstos modifican su distribución y sus poblaciones. Por tanto, se reducen las posibilidades de aprovecharlos o en su defecto de conservarlos, debido al sinnúmero de transformaciones que sufre el

medio que los rodea. Un ejemplo es que la inclusión de muchas especies dentro de la NOM-ECOL-059/94 no fue plenamente justificada con estudios técnicos y científicos adecuados y para efectuar su modificación la Ley establece la necesidad de elaborar un estudio de costo-beneficio, que para efectos de aprovechamiento sobre vida silvestre resulta claramente impropio.

La *Ley Federal de Derechos* requiere de flexibilidad en cuanto a la actualización de pagos; el valor actual y el incremento constante de éstos por concepto de permisos de cacería y otros trámites y servicios desalienta la incorporación y permanencia dentro del régimen legal de actividades relacionadas con la vida silvestre.

Centros de educación e investigación

Las instituciones de enseñanza e investigación han tenido siempre un papel central en la formación de los recursos humanos y en la generación de los conocimientos necesarios para la conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. Sin embargo, la orientación de los planes de estudio, por un lado, y de las investigaciones científicas y humanísticas, por otro, no han alcanzado a abarcar las necesidades prácticas que la conservación y el aprovechamiento demandan.

Los planes y programas de estudio en las universidades han estado polarizados hacia los extremos de la ciencia básica y la técnica agropecuaria y pesquera. La investigación en recursos naturales esencialmente ha dedicado sus esfuerzos (con notable calidad, sin duda) al conocimiento básico y de frontera, pero con escasa vinculación a los aspectos productivos y de aprovechamiento.

Con este sector se presenta un claro desfase en cuanto a la priorización de objetivos y necesidades de enseñanza e investigación aplicada, provocando que sean pocos los incentivos para el desarrollo de tecnologías que permitan hacer rentables la conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre (Cuadro 5.8).

Cuadro 5.7. Número de permisos expedidos para colecta científica en México

	1992	1993	1994	1995
Nacionales	33	54	90	73
Extranjeros	25	38	38	29

Fuente: SEMARNAP. 1997

Cuadro 5.8. Número de proyectos de investigación registrados en México (periodo 1992 a 1995)

	Proyecto	%
Fauna	1684	84
Flora	321	16
Total	2,005	100

Por otra parte, la gran mayoría de las acciones de colecta de especímenes de flora y fauna silvestres con propósitos de investigación científica, se realiza sin normatividad, ya que en la actualidad sólo se solicita una autorización cuando se llevan a cabo dentro de Áreas Naturales Protegidas; ello se refleja en el bajo número de permisos de colecta emitidos.

INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES

Existe una amplia responsabilidad gubernamental en asuntos de vida silvestre a través de secretarías de Estado, gobiernos estatales y municipales, la cual se ha visto descoordinada y limitada por el reacomodo constante de atribuciones y la poca continuidad en las políticas.

Las instancias del gobierno federal además de la SEMARNAP, involucradas en la conservación y el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres son las que se anotan a continuación, junto con algunos problemas relacionados con ellas:

Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)

Existen dificultades operativas para la promoción de la actividad cinegética debido a la aplicación de las disposiciones militares, relacionadas con solicitudes de importación, transportación temporal, portación y posesión de armas de fuego para caza deportiva.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI)

Existe confusión entre usuarios y autoridades ya que, dentro de la clasificación y codificación de mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulaciones, hay fracciones arancelarias y no arancelarias demasiado generales, que incluyen ejemplares, productos o subproductos, sin especificar los tipos o las especies vegetales o animales de que se trata. En consecuencia, se dificulta establecer una diferencia clara entre ejemplares agropecuarios y los de origen silvestre.

Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)

A través de las representaciones de México en el extranjero, se dan a conocer los nombres de los prestadores de servicios autorizados para realizar expediciones cinegéticas en nuestro país. Sin embargo, persisten problemas operativos para trámites consulares que desalientan el ejercicio de la actividad cinegética.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)

Los recursos fiscales generados por trámites administrativos relacionados con vida silvestre, que para 1995 superaron los 10 millones de pesos, podrían ser aplicados en programas y proyectos específicos del área que los genera, como lo posibilita la Ley Federal de Derechos. Por otra parte, no se incluye la opinión de la SEMARNAP en los procedimientos para determinar el destino de los decomisos, incautaciones y aseguramientos de ejemplares, productos y subproductos de vida silvestre.

Secretarías de Gobernación (SG) y Comunicaciones y Transportes (SCT)

Los trámites para la obtención de los permisos de internación de equipo, vehículos y aeronaves al país, con fines de investigación y monitoreo, son complejos y prolongados. Ello obliga frecuentemente a recalendarizar programas de trabajo y a incurrir en gastos adicionales.

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

El tratamiento eficaz de los problemas globales del medio ambiente requiere el concurso no solamente de actores nacionales, sino también de todos los países a través de acuerdos y convenios de cooperación que establezcan compromisos cada vez más diversos y profundos. En materia de vida silvestre, el primer acuerdo internacional suscrito por México data de los años 30, y es hasta la década de 1980-90 en que se intensifica la cooperación en los temas de protección de ecosistemas y especies, intercambio y desarrollo tecnológico y capacitación.

A nivel general, en el caso de nuestro país existen espacios en espera de aprovechar las oportunidades que ofrece la cooperación internacional para la captación de recursos y transferencia tecnológica a los proyectos prioritarios de conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre.

En el campo de las relaciones multilaterales han preponderado los programas de cooperación con los Estados Unidos de América y Canadá, dada la vecindad geográfica y la existencia de especies e intereses regionales compartidos. Actualmente se tienen acuerdos con centroamérica a través de la Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI) y se ha firmado el acuerdo del Plan Mundial de Acción en Leipzig en 1996. Falta fomentar acuerdos con América del Sur, la Unión Europea y Asia.

Algunos de los acuerdos, convenios y convenciones para la cooperación internacional en materia de vida silvestre, de mayor relevancia, suscritos por México se describen en los siguientes apartados.

Comité Trilateral México-Estados Unidos de América - Canadá para la Conservación y Manejo de la Vida Silvestre y Ecosistemas

Regionalmente han existido diversos programas de cooperación para apoyar y promover el adecuado manejo y conservación de la flora y fauna silvestres y su hábitat. Estos esfuerzos evolucionaron de manera poco coordinada, por lo que en 1996 se firmó en Oaxaca un Memorándum de Entendimiento que da origen a este Comité Trilateral, cuyo propósito es mejorar la coordinación, cooperación y desarrollo de asociaciones entre las entidades encargadas de vida silvestre de los tres países en lo que se refiere a proyectos y programas para la conservación y manejo.

México se compromete, en el marco de este Memorándum, a desarrollar proyectos de investigación científica, vigilar la aplicación de la ley e instrumentar acciones de protección y uso sustentable de la vida silvestre.

El Comité Trilateral incluye a los siguientes instrumentos:

Comité Conjunto México-Estados Unidos de América para la Conservación de la Vida Silvestre, creado en 1975 y revisado en 1984. En 1994 se creó el Programa de Cooperación para la Conservación de la Biodiversidad México-Estados Unidos de América, con dos iniciativas: TLC y Especies en riesgo (ES). En esta última quedaron inscritos, a partir de 1995, los proyectos que se derivaban del Comité Conjunto (Cuadro 5.9)

Cuadro 5.9. Comité Conjunto México-Estados Unidos de América para la Conservación de la Vida Silvestre

Año	Proyectos apoyados	Monto asignado (dls.)
1987	12	63,500
1988	26	110,700
1989	10	53,600
1990	15	96,400
1991	25	151,271
1992	35	237,900
1993	51	325,500
1994	35	443,330
1995	13	423,366

Fuente: SEMARNAP. 1997

Cuadro 5.10. Programa de cooperación para la conservación de la biodiversidad

Año	Proyectos apoyados	Monto asignado (dls.)
1994/1995	50	918,717
1995/1996	21	572,703

Fuente: SEMARNAP. 1997

Comité Tripartita México-Canadá-Estados Unidos de América, creado en 1988, este comité funcionaba a través de fondos de la Oficina de Aves Migratorias del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos. A partir de 1990 opera por medio del Consejo para la Conservación de Humedales de Norteamérica (NAWCC), cuyo propósito fundamental es la conservación de los humedales y las aves acuáticas, a través de la participación de agencias públicas, privadas e instituciones de investigación y enseñanza superior. Actualmente México y Canadá forman parte *ex officio* del Consejo, pero no contribuyen financieramente con el Fondo, por lo que tienen voz, pero no voto.

Como se muestra en el cuadro 5.11, la razón por la cual se observa un número reducido de proyectos apoyados a lo largo de esta iniciativa es el bajo número de instituciones nacionales que trabajan en

acciones para la conservación de humedales y de aves acuáticas migratorias. Una dificultad para incrementar el número de proyectos financiados para México, estriba en el requerimiento de fondos de contraparte por un monto de 50% del total solicitado.

Cuadro 5.11. Comité Tripartita México-Canadá-Estados Unidos de América (Consejo de Humedales)

Año	Proyectos apoyados	Monto asignado (dls.)
1989	12	124,865
1990	4	160,693
1991	1	116,500
1992	1	Apoyo logístico
1993	6	597,361
1994	5	378,619
1995	8	535,285
1996	5	296,470

Fuente: SEMARNAP. 1997

El Comité Trilateral brinda una oportunidad para orientar los recursos de la cooperación internacional hacia la instrumentación de proyectos específicos de conservación y producción.

Convención de Diversidad Biológica (CBD)

Esta Convención se deriva del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), a partir de los acuerdos de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro de 1992. Tiene como objetivos la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la participación, justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

Esta Convención es el primer acuerdo mundial integral que aborda todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas. Reconoce por vez primera que la conservación de la diversidad biológica es interés común de toda la humanidad, que existe una desigual distribución de ésta y que representa una parte importante en el proceso de desarrollo; mayor información sobre este convenio, se presenta en el capítulo de *Acuerdos Internacionales*.

En una época en que la utilización de los recursos biológicos es de importancia capital para el crecimiento de los países en desarrollo, la Convención promueve la asociación de éstos y los países industrializados, así como la transferencia de tecnología y recursos financieros.

Desde la creación de la Convención se han realizado tres conferencias de las partes en donde se han tratado principalmente los siguientes temas:

- Administración de la Convención,
- Instrumentación y análisis del Mecanismo Facilitador del Fondo Mundial para el Ambiente (GEF),
- Conservación y uso sustentable de la agro-biodiversidad,
- Análisis del sistema para la conservación de los recursos genéticos de las plantas para la alimentación,
- Consideraciones para promover y facilitar el acceso a la transferencia de desarrollo y tecnología, y
- El impacto de los derechos de propiedad intelectual sobre los objetivos de la Convención.

Comisión de Cooperación Ambiental (CCA)

Esta Comisión se creó en 1994 y complementa las disposiciones ambientales establecidas en el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC), con el fin de mejorar la cooperación regional, prevenir los posibles conflictos ambientales y comerciales y promover la aplicación efectiva de la legislación.

Bajo esta iniciativa se estableció en 1995 el Fondo de América del Norte para la Cooperación Ambiental (FANCA), con el propósito de financiar proyectos en Canadá, México y Estados Unidos relacionados con:

- Conservación del Medio Ambiente, para promover y conservar los ecosistemas, así como la protección y uso sustentable de los recursos naturales; esto incluye: diversidad genética, especies y hábitats.
- Protección del Medio Ambiente, para reducir riesgos de contaminación y minimizar sus impactos; esto incluye: tecnología ambiental, reducción de riesgos ambientales y prevención de la contaminación.
- Medio Ambiente, Comercio y Economía, para alentar la compatibilidad entre políticas ambientales, de comercio y economía.
- Cooperación para la Aplicación de la Legislación y Derecho Ambiental, para lograr el cumplimiento de la legislación, que incluya la aplicación efectiva de las leyes y reglamentos ambientales.
- Información y Divulgación Pública, para la comprensión de la población con respecto a los desafíos ambientales que enfrentan los países miembros del TLC.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

Uno de los Acuerdos de Cooperación multilateral en que México participa activamente es el de la CITES, que regula el comercio de especies amenazadas y en peligro de extinción, como estrategia para la conservación y aprovechamiento de las mismas, utilizando como herramienta principal la regulación directa, expidiendo certificados o permisos para la importación, exportación y reexportación de ejemplares, productos y subproductos. Esta Convención se creó en 1973 y entró en vigor en 1975 con la participación de 21 países signatarios, designándose a Suiza como país sede del Secretariado; actualmente el número de países miembros es de 132.

México suscribió en 1991 el documento de adhesión a esta Convención y actualmente es la SEMARNAP, a través del INE quien ostenta la representación de la autoridad científica y administrativa ante la CITES.

Con la firma de esta Convención, México asumió compromisos enfocados a regular la entrada y salida de especies, productos y subproductos de flora y fauna silvestres nacionales y exóticas. Para este propósito, la autoridad científica se encarga de la elaboración de los dictámenes técnicos, en tanto que la expedición de los certificados está a cargo de la autoridad administrativa. Sin embargo, para la cancelación de dichos certificados, en los diferentes puntos nacionales de entrada y salida de mercancías, se carece de suficiente personal calificado, lo que dificulta la tarea de identificación, control de ejemplares, productos y subproductos de especies silvestres bajo algún estatus crítico de conservación.

Es previsible que con el fomento que se está dando a las unidades de producción de especies silvestres, se incremente de manera significativa el número de dictámenes y certificados emitidos (Cuadro 5.12), ya que hasta hoy no tienen gran importancia en términos numéricos, siendo la mayoría de ellos para especies de fauna y, en menor medida, para flora (maderas tropicales, orquídeas y cactus) (Cuadro 5.13).

Cuadro 5.12. Número de dictámenes elaborados para la importación, exportación y reexportación de especies incluidas en la CITES

	1988	1989	1990	1991*	1992	1993	1994	1995	Total
Aprobadas	658	799	1034	1446	1730	698	1266	945	8576
Rechazadas	23	36	43	20	175			12	309
Total	681	835	1077	1466	1905	698	1266	957	8885

Adhesión de México a la CITES
Fuente: SEMARNAP. 1997

Cuadro 5.13. Permisos de importación, exportación y reexportación de especies incluidas en la CITES

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Animales vivos	80	110	147	129	255	92	135	89
Productos y subproductos	453	543	723	1098	1206	461	954	653
Trofeos de caza	54	64	77	123	166	84	104	101
Subtotal	587	717	947	1350	1627	637	1193	843
Flora	71	80	87	96	103	61	73	102
Total	658	799	1034	1446	1730	698	1266	945

Fuente: SEMARNAP. 1997

Los criterios de conservación y protección bajo los cuales se reglamenta la CITES, se reflejan en sus apéndices I, II y III donde se enlistan las especies de flora y fauna en estatus definido de riesgo. Esta clasificación se basa en conceptos biológicos y comerciales relativos a cada especie, tanto en lo general (apéndices I y II) como en los países parte (específicamente, el apéndice III).

Sin embargo, la Convención ha dificultado a México en la práctica de incursionar en el mercado exterior y de controlar el comercio ilegal de especies. Los procedimientos administrativos para obtener el registro CITES y permiso de operación de criaderos con propósitos comerciales para el mercado internacional de especies en peligro de extinción están sujetos a la no inconveniencia de cualquiera de los 132 países parte, lo que en el fondo puede encubrir medidas proteccionistas por parte de distintos países.

En lo que respecta al combate del tráfico ilegal de especies mexicanas, resulta paradójico que los apéndices o listados de CITES, elaborados con el propósito de proteger especies en riesgo, sean usados por los traficantes como catálogo para cotizar especies en el mercado ilegal (Cuadro 5.14).

Cuadro 5.14. Comercio ilegal a nivel mundial por grupos de especies.

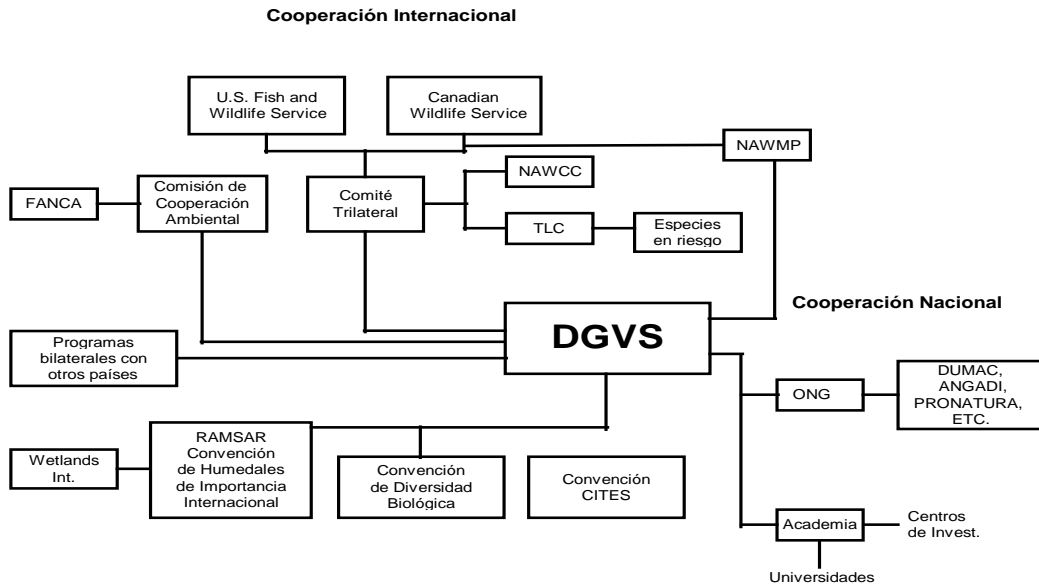
Grupo	Cantidad anual (ejemplares)
Primates	25,000 a 30,000
Aves vivas	2 a 5 millones
Reptil (pieles)	10 millones
Peces tropicales	500 a 600 millones
Orquídeas	9 a 12 millones
Bulbos	45 millones
Cactus	7 a 8 millones

Fuente: SEMARNAP. 1997

En lo que respecta a la capacidad de gestión e inversión para dar cumplimiento al articulado de la Convención, México ha iniciado un fuerte proceso de trabajo desde su adhesión, a través del Seminario Ejecutivo de CITES (1993); Cursos de capacitación CITES (financiados por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los E.U.A.); registro ante la Convención de unidades de manejo y aprovechamiento sustentable; aprobación de financiamiento para proyectos relacionados con especies mexicanas que se encuentran incluidas en los apéndices de la Convención (cocodrilo de pantano, tortuga de cuatro ciénegas y guacamaya verde).

Cabe destacar que existen problemas operativos relacionados con la coordinación interinstitucional tanto nacional como internacional en puertos, aeropuertos y fronteras, lo cual se refleja en deficientes mecanismos de información que permitan simplificar los procedimientos de autorización de certificados, de importación y exportación de especies.

Figura 5.3. Diagrama de cooperación y participación



- ANGADI: Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados
- CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
- DUMAC: Ducks Unlimited de México A.C.
- FANCA: Fondo de América del Norte para la Cooperación Ambiental
- NAWCC: North American Wetlands Conservation Council
- NAWMP: North American Waterfowl Management Plan
- ONG: Organizaciones No Gubernamentales
- RAMSAR: Nombre de una ciudad en Irán que adoptó la Convención en 1971
- TLC: Tratado de Libre Comercio
- DGVS: Dirección General de Conservación de la Vida Silvestre

CONCLUSIONES

Todo lo anterior son claros ejemplos de la urgente necesidad de una serie de leyes que subsanen los errores cometidos y las lagunas existentes. Se propone la elaboración de una la Ley de Protección y Acceso a la Biodiversidad, con algunas etapas intermedias o complementarias, entre ellas concebir varias leyes como la de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. Estas leyes deben cubrir los huecos que la actual legislación mexicana ha dejado, ya que los recursos fitogenéticos se han convertido en la fuente principal de todos las invenciones biotecnológicas (en forma destacada las plantas transgénicas), de ahí la importancia de cuidar lo que tenemos como parte de la soberanía nacional. También, se debe procurar la congruencia entre las diferentes leyes y de forma inmediata reglamentarlas, así como capacitar personal necesario en ámbitos tan variados como son las Secretarías de Estado donde se tendrá la responsabilidad de cuidar de esos recursos, así como también para los juzgados y ministerios públicos, lo que implica que los abogados serán los grandes aliados de los técnicos, agrónomos, biólogos, ecólogos y veterinarios para estudios jurídicos, en la elaboración de leyes, normas y reglamentos, y en disputas legales.

Esta propuesta de ley tendrá que ser consultada con la población en general, ya que la biodiversidad es un bien común. Se tendrán que resolver los conflictos en cuanto a los intereses que se disputan ahora el gobierno y el movimiento armado de Chiapas, para elevar a rango constitucional los derechos de los indígenas que incluye respeto a su cultura, la cual comprende el conocimiento y manejo de sus recursos fitogenéticos, y de ahí derivar los artículos correspondientes.

El trabajo que implica legislar sobre la conservación y acceso a la biodiversidad es un trabajo arduo. El reto de los que disfrutamos de los bienes comunes como la biodiversidad es buscar la manera de tener una legislación que proteja la riqueza natural de plantas y animales, así como su contenido genético y el ambiente en donde viven, con una amplia cobertura para beneficiar a aquellos que la han protegido sin leyes por cientos de años. Es decir, no sólo son los aspectos técnicos los que se deben proteger, sino que la ley propuesta deberá tener un gran contenido, ese es el reto que nos corresponde enfrentar, porque de ello depende la calidad de vida de las futuras generaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Burgoa, I. 1989.** Las garantías individuales: garantías de propiedad. Edit. Porrúa. México, D.F.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.** Diario Oficial de la Federación. 22 de agosto de 1996. Porrúa, 114ª Ed. México.
- Documento del Banco Mundial. 1995.** Mexico Resource Conservation and Forest Sector Review. Report No. 13114-ME. Natural Resources and Rural Poverty Operations Division. Country Department II. Latin America and the Caribbean Regional Office. USA. 161 pp.
- Fraga, G. 1971.** Los actos obligatorios y los actos discrecionales. Editorial Porrúa S.A. México. pp. 241-242.
- FZLN. 1997.** Acuerdos sobre derechos y cultura indígena. Ed. FZLN. México, D. F. 33 pp.
- Halffter, G. (compilador). 1992.** La diversidad biológica de Iberoamérica. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología A.C. SEDESOL. Jalapa, Veracruz. 278 p.
- Ley Agraria. 1992.** Diario Oficial de la Federación del 26 febrero.
- Ley Forestal. 1997.** Diario Oficial de la Federación del 20 de mayo.
- Ley Federal de Variedades Vegetales. 1996.** Diario Oficial de la Federación del 25 de octubre.
- Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas. 1991.** Diario Oficial de la Federación del 15 de julio.
- Ley Federal de Sanidad Vegetal. 1994.** Diario Oficial de la Federación del 5 de enero.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente. 1996.** Diario Oficial de la Federación del 13 de diciembre.
- Ley General de Salud. 1984.** Diario Oficial de la Federación del 7 de febrero.
- Ley Federal de Derechos. 1974.** Diario Oficial de la Federación del 13 de diciembre.
- Morales S, T. 1989.** Las relaciones de propiedad y el derecho de propiedad en México. Simposio Internacional: Enfoque multilateral de la propiedad. La Habana, Cuba. 18-20 nov. 1996.
- NOM - 059 - ECOL – 1994.** Diario Oficial de la Federación del 16 de mayo.
- NOM - 060 - ECOL – 1994.** Diario Oficial de la Federación del 13 de mayo.
- NOM - 061 - ECOL – 1994.** Diario Oficial de la Federación del 13 de mayo.
- NOM - 062 - ECOL – 1994.** Diario Oficial de la Federación del 13 de mayo.
- NOM - 004 - RECNAT – 1994.** Diario Oficial de la Federación del 24 de junio 1996.
- NOM - EM - 001 - SEMARNAP - SAGAR- 1995.** Diario Oficial de la Federación del 14 de noviembre.
- NOM - 002 - RECNAT – 1996.** Diario Oficial de la Federación del 26 de junio 1996.
- NOM - 008 - FITO – 1995.** Diario Oficial de la Federación del 8 de julio de 1996.
- NOM - 056 - FITO – 1995.** Diario Oficial de la Federación del 11 de julio de 1996.
- NOM - 066 - FITO – 1995.** Diario Oficial de la Federación del 26 de agosto de 1996.
- NOM - 009 - FITO – 1995.** Diario Oficial de la Federación del 18 de septiembre de 1996.
- NOM - 011 - FITO – 1995.** Diario Oficial de la Federación del 24 de septiembre de 1996.
- NOM - EM - 002 - SEMARNAP - SAGAR – 1996.** Diario Oficial de la Federación del 6 de mayo.
- NOM - EM - 003 - SEMARNAP - SAGAR – 1996** Diario Oficial de la Federación del 6 de mayo.
- NOM - 010 - RECNAT – 1996.** Diario Oficial de la Federación del 28 de mayo.
- NOM - 008- RECNAT – 1996.** Diario Oficial de la Federación del 24 de junio.
- NOM - 011 - RECNAT – 1996.** Diario Oficial de la Federación del 30 de mayo.
- NOM - 012 - RECNAT – 1996.** Diario Oficial de la Federación del 26 de junio.
- NOM - 009 - RECNAT – 1996.** Diario Oficial de la Federación del 16 de julio.
- NOM - 005- RECNAT – 1997.** Diario Oficial de la Federación del 20 de mayo.
- NOM - 006 - RECNAT – 1997.** Diario Oficial de la Federación del 26 de febrero.
- NOM - 007 - RECNAT – 1997.** Diario Oficial de la Federación.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1989.** Conferencia Internacional del Trabajo. Convenio 169. Junio 27. Suiza.
- SEDUE. 1989.** Información básica sobre las áreas naturales protegidas de México. Subsecretaría de Ecología: Dirección general de conservación ecológica de los recursos naturales. México D.F. 86 pp.
- SEMARNAP. 1997.** Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural: 1997 - 2000. México, D. F. 207 pp.

VI ACUERDOS INTERNACIONALES

Eduardo Benítez Paulín¹, Arcelia González Merino², José Robles Aguilar³
y Ana Silvia Arrocha Contreras⁴

¹ Director del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural

² Profesora de la Universidad del Valle de México
Maestrante de Estudios Latinoamericanos, de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
Universidad Nacional Autónoma de México

³ Representante permanente de México ante la FAO.

⁴ Asesora Técnica
Comisión de Medio Ambiente del H. Senado de la República

Introducción	137
Escenario Económico Nacional	137
Acuerdos económicos y comerciales	138
Acuerdo sobre comercio y aspectos relacionados con los Derechos de Propiedad Intelectual (TRIP's, por sus siglas en inglés). Organización Mundial de Comercio (OMC).	138
La Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV)	139
Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC)	140
Acuerdos de Libre Comercio con Países Latinoamericanos	141
Mecanismo de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC)	142
Acuerdos para la Conservación y Acceso a la Diversidad Biológica	143
El Convenio de Diversidad Biológica (CDB)	143
Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos	146
Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura	148
Conclusiones	151
Bibliografía	151

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una estrategia de conservación y uso sustentable de los recursos fitogenéticos no sólo debe contemplar el marco legal existente en el ámbito nacional, sino además considerar, de manera relevante, el conjunto de acuerdos internacionales dentro de los cuales se encuentra inserto México. Así, el análisis de estos acuerdos tiene sentido por tres razones fundamentales: en primer lugar, tienen que ser considerados para proponer una estrategia de conservación y acceso a los recursos fitogenéticos que pueda operar sin obstáculos legales de ningún tipo. En segundo lugar para establecer los canales de negociación dentro del marco internacional, regional y bilateral, que permitan la realización de una estrategia nacional de conservación y uso sustentable de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. Finalmente, en diferentes reuniones que se han llevado a cabo en el marco del Compromiso Internacional de Recursos Fitogenéticos (1983), se han considerado algunos temas controversiales del Convenio de Diversidad Biológica (1992), como es el caso de los Derechos del Agricultor y la Transferencia de Tecnología, que son algunos de los más importantes. Esta tercera razón, justifica la revisión específica de estos documentos, para trabajarlos de manera armónica, tal como lo ha propuesto la Comisión de Recursos Genéticos bajo el auspicio de la FAO.

El capítulo está dividido en tres secciones. En la primera se explica cómo en el marco de la globalización, que se ha venido acelerando desde hace unos 15 años, México suscribió Acuerdos Internacionales que, innegablemente, influyen en su política económica, dentro de la cual se incluye, evidentemente, la política relativa a los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. En la segunda parte, que es la central de este capítulo, se revisan los acuerdos internacionales más relevantes en materia de recursos fitogenéticos. Por último, se presentan algunos puntos significativos a manera de conclusión.

Escenario Económico Nacional

La política económica-comercial, diseñada por el gobierno federal a partir de 1982, ha mostrado un cambio radical; del modelo de sustitución de importaciones, mercado interno protegido y amplia participación gubernamental en las actividades productivas y comerciales, pasó a un modelo de ventajas comparativas, con promoción de las exportaciones, privatización de las actividades productivas, redimensionamiento de las estructuras orgánicas, funcionales y operativas del propio gobierno federal e inserción en un proceso de globalización económica. En esta estrategia de "modernización", basada y fundamentada en la apertura comercial como nuevo paradigma del "neoliberalismo social", el gobierno emprende un extenso programa de modernización para el sector agrícola, cuyo sustento radica en la modificación del marco jurídico; el establecimiento de las nuevas relaciones con las organizaciones de productores, como esquema de promoción a la inversión privada en el campo, con su participación en cultivos de mayor rentabilidad que significan ventajas comparativas para su exportación; y en los cambios en las estructuras internas de las dependencias directamente vinculadas con el sector agrícola del país, como las Secretarías de Reforma Agraria y la de Agricultura y Recursos Hidráulicos, hoy Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, en particular.

Sin lugar a dudas, las modificaciones al Artículo 27 Constitucional y las correspondientes a la Ley Agraria son los cambios de mayor significado para la ruptura del viejo modelo económico y su relación con el campo, con respecto a las nuevas políticas requeridas por la globalización, cuyas realidades y presiones llevaron al país a integrarse a la Organización Mundial para el Comercio OMC (antes GATT) y abrir su economía, su mercado, su cultura, y en general toda la vida del país a una mayor influencia de otros países, con la posibilidad de poder influir también en ellos. Otros cambios ocurridos en este contexto, que es necesario analizar, son los relacionados con las repercusiones de la firma del Tratado de Libre Comercio con Canadá y Estados Unidos de América (TLC).

En este marco de globalización, que ha tenido gran importancia en los cambios macroeconómicos señalados, se han concretado de forma paralela, una serie de compromisos internacionales en materia de conservación y acceso a los recursos genéticos que para los países en proceso de desarrollo, en la mayoría de los casos, significa y representa la transferencia de sus recursos naturales a cambio de transferencia de tecnología. En este sentido, son de particular relevancia el Convenio de Diversidad

Biológica y el Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Sin pretender que el presente análisis constituya un recuento exhaustivo de todos los factores, acciones y políticas que pudiesen caracterizar a profundidad el proceso de globalización económica, en relación con recursos biológicos, en este capítulo nos enfocamos a aquellos compromisos, acuerdos o convenios de carácter mundial o regional en los cuales, hoy en día, nuestro país tiene una participación comprometida. Podemos agrupar a los más importantes -por su impacto sobre los recursos fitogenéticos- de la manera siguiente:

I. Acuerdos económicos-comerciales

1. Organización Mundial de Comercio
2. Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales(UPOV)
3. Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC)
4. Libre Comercio con Países Latinoamericanos
5. Mecanismos de Cooperación Económica Asia-Pacífico

II. Conservación y Acceso a la Diversidad Biológica

1. Convenio sobre la Diversidad Biológica
2. Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos
3. Plan de Acción Mundial para la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Una breve descripción de estos compromisos y de su relación particular con los Recursos Fitogenéticos nos permitirán visualizar la complejidad del nuevo contexto de globalización en la materia.

ACUERDOS ECONÓMICOS Y COMERCIALES

Acuerdo sobre comercio y aspectos relacionados con los Derechos de Propiedad Intelectual (TRIP's, por sus siglas en inglés). Organización Mundial de Comercio (OMC).

El Acuerdo TRIPs (Trade- Related Aspects of Intellectual Property Rights) adoptado en 1994, y negociado en el marco del GATT, por su cobertura, es actualmente el instrumento internacional más importante en materia de propiedad intelectual. Como resultado de cinco años de negociaciones, TRIPs fue propuesto como "Acuerdo Final" de la Ronda de Uruguay en 1991, para adoptarse en 1994 como parte integral del Acuerdo de Marrakesh, mediante el cual los países miembros están obligados a adoptar estándares mínimos de protección. Este acuerdo es de carácter obligatorio, aunque el método de implementación puede ser libremente determinado por cada país miembro (Correa, 1997).

Los 124 países miembros de la organización Mundial de Comercio (OMC), decididos a reducir, lo que ellos llaman distorsiones o barreras para el comercio internacional, retomando la necesidad de promover una protección efectiva y adecuada en los Derechos de Propiedad Intelectual, reconocen y establecen nuevas reglas y acuerdos para:

1. La aplicación de los principios básicos del GATT 1994 y de los acuerdos o convenios internacionales sobre la propiedad intelectual;
2. Proveer los principios y procedimientos adecuados para la viabilidad y el ejercicio de los TRIP's;
3. Proveer las medidas efectivas y apropiadas para la aplicación de los TRIP's, considerando las diferencias en los diversos sistemas de legislación nacionales; y
4. Proveer procedimientos efectivos y expeditos para la prevención multilateral y la solución de disputas entre gobiernos.

Bajo estos principios, se define con claridad en el artículo 27 sección 5 del propio Acuerdo, en que los miembros (Estados) pueden excluir de la patentabilidad los aspectos siguientes:

- a) Diagnósticos, métodos terapéuticos y quirúrgicos para el tratamiento de humanos o animales;
- b) Plantas y animales u otros microorganismos y procesos esencialmente biológicos para la producción de plantas, animales u otros procesos biológicos y microbiológicos. Empero, los Estados miembros deberán proveer para la protección de las variedades de plantas un sistema de patentes o un esquema efectivo *sui generis* o una combinación de ambos. La previsión de éste párrafo será revisado 4 años después de la fecha de entrada en vigor del Acuerdo de la OMC (Diario Oficial de la Federación, 1994).

El Acuerdo TRIPs marca así la pauta para que se impulse el desarrollo del sistema de propiedad intelectual, en el que se incluyen las variedades vegetales, en todos los países firmantes de este acuerdo, y anticipa represalias de carácter comercial al que viole los reglamentos del mismo.

El establecimiento de la adopción de estándares mínimos de protección como una medida obligatoria con características especiales lleva necesariamente a un efecto de armonización en los sistemas de propiedad intelectual entre los países miembros de la OMC, México incluido. Sin embargo, la figura de protección que se adopte -como mencionábamos anteriormente- puede ser elegida por cada país miembro. En este caso, para las obtenciones vegetales, el sistema de protección a adoptarse puede ser mediante patentes o mediante un sistema *sui generis*.

Con base en lo anterior, México ha adoptado la forma de protección basada en el sistema UPOV, específicamente el Acta 78, lo que nos lleva a revisar los aspectos relacionados con la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV).

La Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV)

La UPOV, siglas de la Unión de Estados que ha acordado conceder derechos exclusivos de explotación a los obtentores de nuevas variedades en el ámbito internacional, es el acuerdo más importante relacionado específicamente con los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales. Este Convenio se revisa en 1972 y 1978, y posteriormente en 1991 (UPOV, 1993). Así, hoy se habla del Acta de Adhesión a la UPOV de 1978 y al Acta de 1991. Ambas actas definen formas distintas de protección de variedades vegetales. Por ejemplo, el Acta de UPOV 91 establece una condición que UPOV 78 no reconoce que es la *novedad*, lo cual implica que en el momento de la solicitud de protección, la variedad no debe haber sido ofrecida en venta ni comercializada, con la anuencia del obtentor, en el Estado en el que se presente la solicitud o bien, si la legislación de ese Estado lo prevé, debe haber salido a la venta, como máximo 12 meses antes. Ambas actas establecen para las variedades condiciones como las siguientes:

- a) Distinción la cual se refiere a que ésta "debe distinguirse claramente por una o varias características importantes de cualquier otra variedad cuya existencia sea notoriamente conocida";
- b) Homogeneidad, cualidad referida a la uniformidad;
- c) Estabilidad, que alude a que la variedad debe mantenerse inalterada después de la propagación repetida; y
- d) Denominación, lo cual implica que la variedad debe recibir una denominación que permita identificarla.

La finalidad principal explícita de este Convenio es promover la protección de los Derechos del Obtentor sobre las nuevas variedades vegetales. Este Convenio está firmado, en gran parte, por los países desarrollados, impulsados, a su vez, por el desarrollo de las actividades intensivas de fitomejoramiento y desarrollo de la biotecnología moderna; ya que con ingeniería genética actualmente es posible introducir características determinadas, sin tener que buscar en la progenie de una cruce la planta que posea la característica deseada, como ocurre con los métodos convencionales. De esta manera la biotecnología moderna ha aumentado de manera importante la capacidad y velocidad del obtentor para crear variantes y efectuar una selección entre ellas. No obstante, cuando se habla de los derechos del obtentor, no se hace referencia prioritariamente a los derechos de los agricultores, sino al de los fitomejoradores que protegen la variedad.

Las condiciones de las actas de 1978 y 1991 son diferentes. Así, el Acta de 1978 exige que la duración de la protección, otorgada a partir de la fecha de concesión del título de protección, sea de 18 años como

mínimo para las vides y los árboles, incluidas sus portainjertos, y de 15 años para todas las demás plantas; en tanto que el Acta de 1991 amplía esas duraciones mínimas a 25 años y a 20 años, respectivamente.

Sin embargo, aunque UPOV es el acuerdo más importante a escala internacional en términos de Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales, no está diseñado para proteger los derechos de obtentor los de pequeños agricultores y las comunidades indígenas, dado que las contribuciones al fitomejoramiento hechas por estos grupos no cumplen generalmente con los requisitos de registro fijados por la UPOV. No obstante, en opinión de algunos especialistas, UPOV 78 ofrece mayor flexibilidad para proteger los derechos de los agricultores.

Cabe señalar que para México, la alternativa de elegir una forma de protección *sui-generis* para las variedades vegetales, se limitó a una forma de protección fundamentada en el sistema UPOV, porque en el Capítulo 17 del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, así se estableció.

Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC)

Mucho se ha dicho sobre las ventajas y desventajas que para un país como el nuestro ha representado el asociarse con las economías de países desarrollados, pretendiendo cierto tipo de simetrías económicas y comerciales, que distan de serlo en la realidad.

Los compromisos adquiridos en materia de Propiedad Intelectual por los Estados miembros -Canadá, Estados Unidos de América y México- se encuentran identificados en la Sexta Parte, Capítulo XVII de este acuerdo comercial, en tanto que lo relativo a la materia de variedades vegetales se especifica en el artículo 1701, que se refiere a la naturaleza y ámbito de las obligaciones:

“2. Con objeto de otorgar protección y defensa adecuada y eficaz a los derechos de propiedad intelectual cada una de las partes (países) aplicará, cuando menos, este capítulo y las disposiciones sustantivas de:...

...d) el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, 1978 (Convenio UPOV), o la Convención Internacional para la protección de Nuevas Variedades de Plantas, 1991 (Convenio UPOV)”(SECOFI, 1993).

En el Anexo 1701.3 sobre convenios de Propiedad Intelectual se estipulan claramente los compromisos para los países:

“1. México:

a) Realizará su mayor esfuerzo por cumplir lo antes posible con las disposiciones sustantivas de la Convención UPOV, 1978 o 1991, y lo hará antes del término de dos años a partir de la fecha de firma de este tratado; y

c) Aceptará, a partir de la fecha de entrada en vigor de este Tratado, solicitudes de los obtentores vegetales para variedades en todos los géneros y especies vegetales y concederá la protección conforme a tales disposiciones sustantivas con prontitud luego de cumplir con lo que se señala en el inciso (a).”

Siendo el esquema UPOV una de las posibilidades *sui generis* para el reconocimiento y protección de las formas de propiedad intelectual en materia de variedades vegetales, comprometidas con la OMC, en el TLC únicamente se ratifica y se comprometen tiempos y alcances de los acuerdos comerciales mundiales.

En 1997 México adoptó UPOV '78, como forma *sui generis*, para proteger las obtenciones vegetales, lo que de alguna manera ha dejado fuera la opción del desarrollo de un sistema *sui-generis* que proteja las contribuciones en el mejoramiento hechas por pequeños agricultores y grupos indígenas. Sin embargo, en el marco de otros acuerdos, también de carácter internacional, como el Compromiso Internacional de

Recursos Fitogenéticos y el Convenio de Diversidad Biológica - que más adelante analizaremos- es posible, todavía, desarrollar un sistema que considere la protección de estos derechos.

Acuerdos de Libre Comercio con Países Latinoamericanos

Símbolo del proceso de globalización económica y comercial ya señalada, es el hecho de que pocos son los países que hoy día se han abstenido de incorporarse a este esquema económico. Los países latinoamericanos no son la excepción, atraídos mayormente por las expectativas que genera uno de los mercados regionales más grandes del mundo: el norteamericano. Estos países, al igual que México, han realizado profundas transformaciones en sus estructuras legales e institucionales para estar acorde con los nuevos requerimientos del esquema de liberalización comercial.

Chile y Costa Rica, en la dinámica descrita, han firmado tratados de liberalización comercial con México como el trampolín comercial para la entrada de sus mercancías al gran mercado. Pero en este tenor de integrar bloques comerciales se encuentra toda la región latinoamericana, de ahí que emerjan los mercados regionales como el del Cono Sur, el Pacto Andino y el Centroamericano, cuya estrategia y política es la integración del mercado continental.

Institucionalmente estos países cuentan, de tiempo atrás, con la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), antes Asociación Latinoamericana de Libre Comercio (ALALC), que ante el nuevo contexto internacional acelera sus trabajos organizativos, promovidos por los estados miembros, para concretar la integración que inicialmente fue el objeto de la Asociación; sin embargo, los tiempos, ritmos y ámbitos ya no resultan necesariamente los que establecen los países de la región, sino más bien, los que han sido comprometidos ante los organismos mundiales.

No es ocioso recordar que dentro de la región, además del idioma -en general- muchas otras raíces nos vinculan estrechamente, como la riqueza de recursos naturales y, sobre todo, la de recursos fitogenéticos, que ha sido una contribución reconocida para la alimentación y la agricultura del mundo.

El proceso de globalización reiteradamente mencionado, ha impactado en la región latinoamericana. Esto se manifiesta en la contradicción de las posiciones y acciones asumidas por el ministerio o dependencia involucrada en la regulación sobre los recursos fitogenéticos. Por un lado se adoptan y comprometen acuerdos en materia de protección a la propiedad intelectual, en esquemas muy similares al de patentes, y por otro, se reiteran las reivindicaciones sobre los derechos de la humanidad como garante del acceso y uso sobre los recursos fitogenéticos.

En atención a la protección de los derechos de propiedad intelectual, los países miembros de ALADI y las diferentes organizaciones subregionales (MERCOSUR y Grupo Andino) han puesto en vigencia leyes especiales sobre la materia, o están por hacerlo. No obstante, las autoridades a cargo de su aplicación estiman perentorio armonizar la normatividad contenida en dichas leyes, así como tratar de uniformar políticas que garanticen una eficaz protección de los derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales, con el propósito de alentar la competitividad y la cooperación en la región.

Esto ha motivado la iniciativa del Acuerdo de Alcance Parcial para la Armonización de Normas y Políticas sobre Derechos de Obtentores de Variedades Vegetales, en el seno de la Secretaría General de ALADI. Sin embargo, las diferencias respecto al ámbito y alcance de aplicación que cada país definió dar a la protección de la propiedad intelectual, hacen incompatible el mencionado acuerdo con las legislaciones nacionales sobre la materia, como son los casos de México, Argentina y Uruguay.

Mecanismo de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC)

El mecanismo de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) fue establecido en una reunión de Ministros de Economía y Relaciones Exteriores de varios países de la Cuenca del Pacífico, celebrada en Camberra, Australia, en Noviembre de 1989. Este es un foro de carácter gubernamental que tiene como objetivos mantener el crecimiento y el desarrollo económico de la región; contribuir al crecimiento

económico mundial; reforzar y aprovechar los beneficios de este crecimiento; fortalecer el sistema multilateral de comercio; y reducir las barreras al comercio de bienes y servicios, y al flujo de inversión.

La membresía de APEC se ha incrementado desde la reunión inicial, ya que en la actualidad cuenta con 18 estados miembros. La estructura organizativa del mecanismo consta de un órgano de toma de decisiones del más alto nivel, que es la Reunión Ministerial; y un segundo cuerpo ejecutivo, que está constituido por funcionarios de alto rango (ministros de estado), quienes presentan las propuestas y acuerdos para su ejecución, a grupos de trabajo en donde participan las entidades de la administración pública orientadas al área de operación.

Recientemente, se constituyó el grupo de trabajo de Cooperación Técnica Agrícola, el cual a su vez está integrado por ocho subgrupos, dentro de los que se ubica el de Conservación y Utilización de Recursos Genéticos de Plantas y Animales, cuyas áreas temáticas de mayor interés son:

- Desarrollar los bancos de datos individuales de germoplasma que se conserva *ex situ*, identificando y completando elementos de archivos (portafolios).
- Identificar las necesidades de los miembros APEC para el manejo del germoplasma basado en los bancos de datos individuales.
- Desarrollar un intercambio armonizado de APEC para la conservación y utilización del germoplasma.
- Establecer una red de información APEC, para el intercambio de información relacionada con los recursos genéticos.
- Discutir aspectos relacionados con germoplasma en futuras reuniones de expertos.

En este proyecto original, los acuerdos internos todavía son incipientes y requerirán de mayor tiempo y discusión por parte de los líderes nacionales y de los propios grupos de trabajo; sin embargo, de antemano la decisión de las instancias coordinadoras del subgrupo de trabajo, es que se introduzca este nuevo mecanismo en un Programa Nacional de Recursos Genéticos.

ACUERDOS PARA LA CONSERVACIÓN Y ACCESO A LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)

El Convenio de Diversidad Biológica es, por los aspectos que comprende de conservación, uso sustentable, acceso y distribución de equitativa de los beneficios que se desprenden de la utilización de la biodiversidad, uno de acuerdos más importantes en el ámbito internacional.

El 22 de mayo de 1992, en Nairobi, Kenya, numerosos países participaron en una *Convención Global sobre Diversidad Biológica*. Posteriormente, el 5 de junio de 1992, en la *Conferencia sobre Ambiente y Desarrollo* de las Naciones Unidas, en Río de Janeiro, 174 países firmaron el Convenio sobre Diversidad Biológica que entró en vigor el 29 de diciembre de 1993.

Resulta por demás indispensable la revisión de este acuerdo, ya que contiene elementos valiosos para el desarrollo de una estrategia de conservación y uso sustentable de los recursos genéticos, además de que por su carácter vinculante, es decir, obligatorio para los países miembros, resulta ineludible analizar sus reglamentos. Para ello, revisaremos algunos artículos que consideramos centrales, para el desarrollo de la estrategia.

El artículo primero incluye los objetivos de este Convenio. Se encuentran en este apartado las temáticas centrales de todo el Convenio, en el que se señala: "Los objetivos de esta Convención...son la conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes y el justo y equitativo compartimiento de los beneficios resultado del uso de los recursos genéticos, incluyendo el acceso

apropiado a los recursos genéticos y por una transferencia apropiada de tecnologías relevantes, tomando en cuenta todos los derechos sobre los recursos y tecnologías y por un fondo apropiado"²⁰.

La convención de diversidad biológica y la problemática de la soberanía nacional sobre los recursos genéticos.

Uno de los principales reconocimientos que hace la *Convención de Diversidad Biológica* es que los Estados tienen derechos soberanos sobre sus recursos naturales. Este hecho es reconocido en el Artículo 3, el cual indica:

*"Los Estados tienen, de acuerdo con la Carta de las Naciones Unidas y los principios de ley internacional, el derecho soberano de explotar sus propios recursos para sus propias políticas ambientales, y la responsabilidad de asegurar que las actividades dentro de su jurisdicción o control no causen daño al ambiente de otros Estados o áreas más allá de los límites de jurisdicción nacional"*²¹.

La idea de que la biodiversidad debiera ser considerada como *herencia común* de la humanidad fue tempranamente rechazada, aunque en el preámbulo de esta Convención se afirma que la conservación de diversidad biológica es de interés común de la humanidad.

Acceso a los recursos genéticos

Uno de los temas de mayor importancia, también dentro de los objetivos centrales de la Convención, es el relativo al Acceso a los Recursos Genéticos.

El creciente progreso de la biotecnología ha generado un gran interés en los recursos genéticos, por el valor comercial real y potencial que éstos recursos representan. De manera que, si bien esta Convención se establece con la finalidad de conservar y usar la diversidad biológica de manera sustentable, es también cierto que uno de sus principales objetivos es el crear estatutos para facilitar el acceso a los recursos genéticos, de los cuales los países del Sur son los dueños originales, en tanto que, los países del Norte, donde se encuentran las grandes empresas, son pobres en estos recursos.

En el artículo 15 se definen los compromisos del acceso a los recursos genéticos y señala que:

*"el reconocimiento de los derechos soberanos de los Estados sobre sus recursos naturales, así como que la facultad de regular el acceso a los recursos genéticos incumbe a los gobiernos nacionales y está sometida a la legislación nacional. Cada Parte Contratante procurará crear condiciones para facilitar a otras Partes Contratantes el acceso a los recursos genéticos para utilizaciones ambientalmente adecuadas, y no imponer restricciones contrarias a los objetivos del presente Convenio"*²².

Como vemos, este artículo comprende tanto los derechos que tiene cada país miembro para determinar el acceso como las obligaciones para facilitar el acceso a otros estados miembros. Puede entenderse que para los países desarrollados resulta de fundamental importancia que los países ricos en recursos genéticos (los países del sur) establezcan medidas que faciliten el acceso a sus recursos genéticos. Por su parte, para los países del sur es de vital importancia asegurarse que se reconozca la enorme contribución no sólo de la materia prima en sí, sino del mejoramiento que por años han hecho las comunidades locales y pueblos indígenas.

En México está en discusión un proyecto de Ley Federal de Acceso a Recursos Genéticos, en donde se contempla no sólo facilitar el acceso a otros países, sino también desarrollar una estrategia de

²⁰ Convención sobre la Diversidad Biológica, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Biodiversidad 13, 5 de junio de 1992.

²¹ *Ibíd.*, p. 10

²² *Ibíd.*, p. 13.

conservación y uso sustentable de los recursos fitogenéticos; así como, los lineamientos para la transferencia de tecnología y el compartimiento de los beneficios que resulten del uso de estos recursos.

Acceso y transferencia de tecnología

Uno de los temas de mayor debate es el relativo a la transferencia de tecnología, ya que ha sido por años, en otros foros, el debate central entre países del norte y del sur.

El Artículo 16 de la Convención, que trata directamente el tema de acceso y transferencia de tecnología, en su primer apartado indica que:

"cada Parte Contratante, reconociendo que la tecnología incluye la biotecnología, y que tanto el acceso a la tecnología como su transferencia entre Partes Contratantes son elementos esenciales para el logro de los objetivos del presente Convenio, se compromete, con sujeción a las disposiciones del presente artículo, a asegurar y/o facilitar a otras Partes Contratantes el acceso a tecnologías pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica así como la transferencia de esas tecnologías"²³.

Como podemos ver hasta aquí, el Convenio parece establecer el compromiso real de facilitar el acceso y transferencia de tecnología para la conservación y uso sustentable de los recursos genéticos, que implica, generalmente, la transferencia de tecnología de los países desarrollados hacia los países en desarrollo. Sin embargo, si se analiza el contenido completo del artículo 16, se puede observar que se plantea la creación de un compromiso básico de acceso y transferencia de tecnología, pero dentro del marco de la protección de los derechos de propiedad intelectual. Así, en el apartado 5 de este artículo dice:

"Las Partes Contratantes, reconociendo que las patentes y otros derechos de propiedad intelectual pueden influir en la aplicación del presente Convenio, cooperarán a este respecto de conformidad con la legislación nacional y el derecho internacional para velar porque esos derechos apoyen y no se opongan a los objetivos del presente convenio".

Si bien este artículo insiste en la aplicación adecuada de los derechos de propiedad intelectual, existe el compromiso de los países desarrollados de facilitar el acceso y transferencia de tecnología a los países en desarrollo, a cambio del acceso a los recursos genéticos. El reto es conseguir que la transferencia de tecnología suceda de manera efectiva.

La conservación in-situ: importancia de la revisión del artículo 8(j).

Una de las propuestas prioritarias de la Convención es la conservación de la biodiversidad en condiciones *in-situ*. En el Artículo 8, titulado Conservación *In-Situ*, la Convención reconoce la importancia de la conservación de los ecosistemas, especies silvestres y el establecimiento de un sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica²⁴.

Directamente relacionada con la preocupación de la erosión genética existente a nivel mundial y con la importancia de desarrollar mecanismos de conservación de la diversidad biológica en su hábitat natural, se encuentra la necesidad de conservar la diversidad cultural de comunidades indígenas y locales. Por consiguiente, el esfuerzo que se realice en términos de la conservación y el uso sustentable de los recursos genéticos deberá contemplar también la interacción entre diversidad biológica y cultural. Por ello el artículo 8, dedicado a explicar la importancia de la conservación *in-situ*, contempla también la necesidad de compensar a las comunidades indígenas por la conservación de estos recursos.

²³ *Ibíd.*, p. 10

²⁴ *Ibíd.*, p. 6

Así, el Artículo 8(j) es uno de los artículos más importantes de la Convención y también es causa de debate internacional, ya que implica, no sólo reconocer la contribución de las comunidades indígenas y locales en la mejora y conservación de los recursos genéticos a lo largo de la historia, sino también instrumentar medidas concretas que compensen su labor y conocimiento respecto a la conservación de estos recursos. Este artículo a la letra dice:

*"con arreglo a su legislación nacional, respetará, preservará y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas, y fomentará que los beneficios de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente"*²⁵.

Recursos financieros para la biodiversidad propuestos en la convención

El compromiso de desarrollar una estrategia de conservación y uso sustentable de la diversidad biológica implica la inversión de recursos financieros para su aplicación.

En el Artículo 20 de la Convención de Diversidad Biológica, los países miembros se comprometen a destinar recursos financieros para el cuidado y uso sustentable de los recursos genéticos:

*"cada Parte Contratante se compromete a proporcionar, con arreglo a su capacidad, apoyo e incentivos financieros respecto de las actividades que tengan la finalidad de alcanzar los objetivos del presente Convenio, de conformidad con sus planes, prioridades y programas nacionales"*²⁶.

Como puede observarse en este artículo, el compromiso de apoyar con recursos financieros el desarrollo de estrategias de conservación y uso de la diversidad biológica atañe a todos los países integrantes, considerando las capacidades que cada uno tenga para ello. Sin embargo, más adelante se enfatiza que los países desarrollados son los que deben aportar estos recursos. Esto último es uno de los temas de debate de mayor resonancia entre los países del norte y del sur. Los puntos de discusión se han centrado en: a) ¿Cuándo y cómo establecer un fondo para la biodiversidad independiente?; y b) ¿Quién debería administrar los recursos financieros?.

Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos

El Compromiso Internacional de Recursos Fitogenéticos, el primer acuerdo internacional de carácter general fue aprobado en la Resolución 8/83 de la Conferencia de la FAO y firmado en 1983. Este constituye uno de los acuerdos más importantes en la materia, ya que en el se reconoce la trascendencia de conservar y usar de manera sostenible los recursos fitogenéticos. Es, además, un acuerdo no vinculante, aunque en años recientes se ha discutido -dentro de las reuniones de la Comisión de Recursos Genéticos- la posibilidad de su aprobación como instrumento legal obligatorio.

En su Artículo Primero señala que el objetivo del compromiso es *"asegurar la prospección, conservación, evaluación y disponibilidad, para el mejoramiento de las plantas para fines científicos, de los recursos fitogenéticos de interés económico y/o social, particularmente para la agricultura"* (FAO, 1990). Una de sus propuestas, bastante controvertida, es que en su postura inicial señala a los recursos fitogenéticos como *"patrimonio de la humanidad y que, por lo tanto, su disponibilidad no debe estar restringida"*²⁷.

²⁵ *Ibíd.*, p. 7

²⁶ *Ibíd.*, p. 12

²⁷ FAO, Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos (1983), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Septiembre 28 de 1990.

Posteriormente, el principio del "acceso sin restricciones" se limitó de las maneras siguientes:

- a) reafirmando los derechos soberanos de los países sobre los recursos fitogenéticos;
- b) aclarando que el término "libre acceso" no significa necesariamente que sea gratuito; y
- c) limitando los beneficios del Compromiso a los países que se adhieran a él.

Resulta así, de enorme interés revisar este acuerdo, en primer lugar por que es el primer convenio internacional que reconoce los derechos soberanos de los países sobre sus recursos fitogenéticos, en su resolución 3/91 y, en segundo lugar, porque es uno de los más importantes acuerdos internacionales específico sobre recursos fitogenéticos, del cual son parte los países de la región latinoamericana ricos en diversidad de plantas, entre ellos México.

Este acuerdo no tiene un carácter legal, lo cual limita la aplicación de sus avances; por ello, se ha propuesto, en reuniones recientes, la posibilidad de convertirlo en un instrumento vinculante.

Para dar operatividad al compromiso, los órganos intergubernamentales de FAO han constituido una Comisión con 135 estados miembros; entre cuyas tareas figura la de integrar conceptual y operativamente el Sistema Mundial para la Conservación y Utilización de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA). El sistema está sustentado en los siguientes principios resolutorios:

- a) interpretación concertada;
- b) derechos del agricultor;
- c) soberanía nacional; y
- d) acuerdo sobre un fondo económico internacional.

De estos principios se han derivado las siguientes acciones e instrumentos:

1. Acuerdos Internacionales: a) Código de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal; b) Código de conducta sobre biotecnología; c) Acuerdos básicos sobre los bancos de germoplasma.
2. Mecanismos Mundiales: a) Sistema de información y alerta sobre los recursos fitogenéticos en el mundo; b) Red de colecciones *ex situ*; y c) Red de zonas *in situ* y en fincas.
3. Instrumentos Mundiales: a) Estado de los recursos fitogenéticos en el mundo; b) Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Fitogenéticos; y c) Fondo económico internacional para la aplicación de los derechos del agricultor.

La Conferencia de la FAO en 1983 convino en que para fortalecer el Sistema Mundial, en armonía con el Convenio de Diversidad Biológica²⁸, habría que fortalecer la operatividad de los instrumentos mundiales en una acción dirigida por los propios países, para identificar las lagunas y necesidades de los RFAA en cuanto a su conservación y utilización sostenible; así como, las situaciones de urgencia, constituyendo, además, la base para la preparación del Plan de Acción Mundial.

En la Sexta Sesión de la Comisión de Recursos Genéticos, celebrada en junio de 1995, la Comisión discutió los artículos 3, 11 y 12 referidos al ámbito, acceso y derechos del agricultor. En la segunda sesión extraordinaria, en abril de 1996, y en la preparación de la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, que se llevaría a cabo en Leipzig, Alemania, en junio de 1996, se acordó la elaboración de un programa para la conservación y uso sustentable de estos recursos. Los representantes de 148 países adoptaron la Declaración de Leipzig, Alemania, así como un Plan de Acción Mundial.

²⁸ Esto fue en abril de 1993

Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

El Plan de Acción Mundial (PAM) constituye una avance de suma importancia en el desarrollo de una estrategia de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. Aunque es sólo un plan de acción, parte de un estudio sobre el “Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo” y de la Declaración de Leipzig, donde los representantes de 150 países y 54 organizaciones “afirmaron y renovaron su compromiso de conservar y utilizar de manera sostenible estos recursos y hacer una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA)” (FAO, 1996). Este plan es parte del sistema mundial de la FAO, que incluye el Compromiso Internacional de Recursos Fitogenéticos y otros acuerdos internacionales. Cabe señalar que este Plan está propuesto sólo para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, sin comprender otros recursos vegetales, como por ejemplo, los recursos forestales.

Así, entonces, el Plan de Acción Mundial plantea como uno de sus principales objetivos, reforzar los programas nacionales, lo cual incluye la formación y capacitación para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. La exclusividad de este plan, referido sólo a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, es justificada por la FAO, señalando que es la importancia de estos recursos para la seguridad alimentaria mundial la que lleva al compromiso de este plan. Asimismo, la peculiaridad del tipo de diversidad de que se trata hace que -según la FAO- se elabore un plan específico para estos recursos; ya que por ejemplo, la diversidad *in-situ* de numerosos recursos de este tipo está concentrada en zonas concretas distintas de las que son ricas en otras formas de diversidad.

Participación de México

En la propia creación del Compromiso Internacional sobre RFAA, la participación de México, como uno de los principales centros de origen y diversidad de numerosas especies de interés económico y cultural, ha sido fundamental para el planteamiento y la consecución de un informe sobre el estado que guardan los RFAA y un Plan de Acción Mundial para su acceso, uso y manejo sostenible.

Nuestro país tuvo un papel protagónico en la planeación e integración de diversos proyectos mundiales sobre los RFAA, como las redes de bancos *ex situ*, la capacitación y el acceso a las colecciones nacionales, etc. Sin embargo, los diversos cambios en las estructuras funcionales y operativas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural han significado cambios en la coordinación y dirección de los planes nacionales sobre el manejo de los RFAA, así como de los presupuestos y hasta de los propios documentos y han mermado las acciones propositivas en el plano internacional así como la participación, dirección y coordinación en el ámbito nacional.

La FAO convocó a la preparación de los trabajos con miras a la 4ª Conferencia Técnica Internacional sobre los RFAA con el fin de desarrollar dos elementos básicos del Sistema: 1) el Informe Mundial sobre el Estado de los RFAA y 2) el Plan de Acción Mundial (PAM) para la conservación y utilización sostenible de los RFAA. Aprovechando tal circunstancia se han retomado trabajos y acciones diversas para la constitución del Programa Nacional de los Recursos Fitogenéticos, como estructura orgánica-operativa de contraparte, enlace y coordinación, a efecto de desarrollar los trabajos tendientes a la participación de México en los próximos foros internacionales.

Así, a partir de 1993, cuando la Subsecretaría de Agricultura y Ganadería definió como dependencias coordinadoras del proceso preparatorio a la Conferencia Internacional al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y a la Dirección General de Agricultura, se han desarrollado las siguientes actividades en los ámbitos nacional e internacional.

Ámbito nacional

- a) Conformación del grupo intersecretarial de seguimiento, compuesto por dependencias de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR).

- b) Integración del primer proyecto de Informe Nacional sobre los RFAA.
- c) Planteamiento de la propuesta para considerar los problemas de la bioseguridad y sus necesidades de estudio en los centros de origen y diversidad, como México.

Ámbito internacional

- a) Reunión sub-regional de Mesoamérica y el Caribe, celebrada en San José de Costa Rica (1996) para evaluar los avances en los Informes Nacionales y la integración de la problemática en común.
- b) Reunión regional latinoamericana en Bogotá, Colombia, para establecer los principios comunes y agendas de negociación en los foros internacionales programados por FAO. Se genera la declaración de Bogotá.
- c) 2ª Reunión Extraordinaria de la Comisión de los RFAA de FAO en Roma (1996), para revisar el primer avance del Informe Mundial sobre la situación de los RFAA, el proyecto de Plan de Acción Mundial, fuentes de financiamiento y el proyecto de la declaración de Leipzig (4ª Conferencia Internacional). Se planteó en los grupos de trabajo, con miras al consenso, la propuesta de incluir en la agenda de la Conferencia los problemas de la Bioseguridad y sus necesidades de estudio en los centros de origen y diversidad, como México.
- d) 4ª Conferencia Técnica Internacional en Leipzig, Alemania (1996). Se toma nota del Informe Mundial que guardan los RFAA en el mundo, a nivel de diagnóstico. Con grandes dificultades para llegar a consensos se logró aprobar el Plan de Acción Mundial, con el pleno reconocimiento de los Derechos del Agricultor y la necesidad de que los países desarrollados aporten recursos económicos nuevos y adicionales para la operatividad del Plan de Acción Mundial. En esta conferencia quedaron pendientes de definir los montos del Plan, las fuentes y la canalización de los recursos.
- e) En la Séptima Sesión de la Comisión de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, que tuvo lugar en mayo de 1997, se trabajó en dos grupos. El primer grupo se dedicó a avanzar en los acuerdos sobre el Ámbito y Acceso a los Recursos Fitogenéticos. El segundo grupo se dedicó a tratar el tema de los Derechos del Agricultor.
- f) En la Cuarta Sesión Extraordinaria, que se llevó a cabo en diciembre de 1997, se continuó trabajando sobre la controvertida agenda del Ambito, Acceso y Derechos del Agricultor. En esta reunión también se intentó avanzar en los temas del reparto de los beneficios, resultado del acceso a los recursos fitogenéticos y sobre el Fondo Internacional.
- g) En la Quinta Sesión Extraordinaria, que se llevó a cabo en junio de 1998, se continuó trabajando con base en estos dos grupos para: 1) Discutir el artículo 11 sobre Acceso a los Recursos Fitogenéticos, incluyendo el reparto de los beneficios; y 2) Discutir el artículo 12, referido a los "Derechos del Agricultor".

En todas estas participaciones se ha manifestado muy claramente la posición y los principios rectores de México sobre el acceso, uso y manejo sostenible de los RFAA, las que pueden resumirse en la forma siguiente:

- La vinculación del Plan de Acción Mundial con el Convenio de Diversidad Biológica.
- La importancia de México como centro de origen y diversidad de los RFAA.
- El respeto justo y balanceado que para nuestro país representa el trato en los "Derechos del Agricultor" y "Derechos del Obtentor".
- El significado y relevancia en el acceso y transferencia de tecnología, con la clara premisa de los intereses nacionales del país como centro de origen y diversidad.
- El balance que debe presentar el Plan de Acción Mundial en la participación de los centros internacionales de investigación con los centros de investigación nacional, así como la conservación *ex situ* y las prácticas de conservación *in situ*.
- La imperiosa necesidad de integrar el Programa Nacional de los RFAA.

Respecto a las negociaciones dentro del Compromiso Internacional de los Recursos Fitogenéticos, considerando los avances obtenidos hasta junio de 1998, en la Quinta Sesión Extraordinaria de la Comisión, cabe señalar que con respecto al reparto de los beneficios, resultado del acceso a los recursos genéticos, algunos países desarrollados, en especial Australia y Estados Unidos, se resisten a reconocerlos. En relación a los Derechos del Agricultor, son reconocidos por algunos países

desarrollados sólo como concepto, pero no en la práctica. Los países en proceso de desarrollo, entre ellos México, son los más interesados en su reconocimiento real.

Situación actual

Para aprovechar la experiencia y la reconocida participación internacional propositiva y activa de nuestro país en el planteamiento y tratamiento de estos temas; y reconociendo las dificultades internas, derivadas de la falta de los recursos económicos y materiales, el dispendio de los esfuerzos no coordinados de diversas dependencias, organismos públicos y privados, instituciones académicas, científicas y organizaciones sociales mexicanas, las dependencias encargadas de la coordinación en los RFAA se han dado a la tarea de constituir el Programa Nacional, para el acceso, uso y manejo sostenible de los recursos fitogenéticos.

Esta iniciativa, se ha concebido como un foro de carácter abierto y plural que aporte los elementos para formular y concretar la aplicación de un Programa Nacional que considere de manera coordinada los siguientes puntos rectores:

Revisión del marco legal, que deberá incluir necesariamente los instrumentos conceptuales y jurídicos sobre: biodiversidad, biotecnología y bioseguridad; protección a los derechos de los obtentores de variedades vegetales (Ley Federal de Variedades Vegetales); protección a los derechos de los agricultores; acceso, uso y manejo de los RFAA; y producción, certificación y comercio de los materiales de propagación.

Operatividad del Programa Nacional en RFAA (operatividad conforme al marco de acceso del Plan de Acción Mundial), que habrá de incluir la revisión y actualización permanente del Informe Nacional sobre los RFAA; la red de información con las instituciones académicas, científicas y ONG's de los avances y situación de los RFAA e información permanente y actualizada de la situación que guardan los RFAA en las diferentes instituciones vinculadas con el tema; así como, programas de fomento a la investigación en recursos fitogenéticos.

Coordinación interinstitucional, a través de la organización de talleres, seminarios, congresos y actividades diversas que promuevan la coordinación y el mantenimiento de una posición consolidada y de carácter nacional que permita actuar realmente como contraparte, punto focal y de enlace tanto al interior del país, como en las diferentes instancias de carácter internacional. Con ello consideramos que el país estaría en posibilidad de atender las prioridades nacionales en materia de Recursos Fitogenéticos.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la estrategia de conservación y uso sustentable de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación, a nivel nacional, debe establecer los canales de negociación dentro del marco internacional, regional y bilateral, que permitan la formulación y operación de esta estrategia. Para lograr este objetivo, es importante rescatar algunos de los estatutos de los acuerdos internacionales más importantes, que incluyen instrumentos valiosos para lograr este objetivo. Es decir, la transferencia de tecnología, los derechos del agricultor, el compartimiento de los beneficios y la creación de un fondo internacional para el reconocimiento de dichos beneficios, son los instrumentos que, para el caso de países ricos en diversidad de plantas, como México, necesitan ser implementados para conservar y usar de manera sustentable los recursos fitogenéticos.

Los recursos fitogenéticos, como parte de los temas de biodiversidad y biotecnología, se han convertido en tema común de numerosas negociaciones, incluyendo las del Acuerdo TRIPs, UPOV, el Convenio de la Diversidad Biológica y el propio Compromiso de Recursos Fitogenéticos.

Estos últimos constituyen dos de los acuerdos más importantes en que se reconocen: los derechos soberanos sobre los recursos fitogenéticos; la transferencia de tecnología (de los países desarrollados a los países en desarrollo pero también entre países del sur); los derechos del agricultor; y el reparto de los beneficios por la contribución en la conservación y mejoramiento que han hecho por un lado los pequeños agricultores, y, por otro, las comunidades indígenas.

El Convenio de Diversidad Biológica tiene la ventaja de ser un acuerdo vinculante y puede ser el más útil, porque aunque no hay referencia clara a los derechos del agricultor, el compromiso de transferencia de tecnología, como condición para el acceso, pueden operar en este sentido, siempre y cuando se establezcan mecanismos concretos para la efectiva realización de esta transferencia.

El Compromiso Internacional de Recursos Fitogenéticos, hasta ahora no es vinculante, es decir, no tiene un carácter obligatorio, sin embargo es en este instrumento en donde se ha avanzado en mayor medida - al menos por el debate que se ha fomentado dentro de las reuniones del Compromiso- sobre los derechos del agricultor.

Los recientes acuerdos, dentro del Compromiso Internacional, de trabajar las resoluciones de este Compromiso en armonía con el Convenio de Diversidad Biológica, es un avance importante, considerando que también se contempla que el Compromiso sea un acuerdo vinculante y no de carácter voluntario.

Finalmente, como ha sido señalado por algunos estudiosos del tema "la cuestión de los derechos del agricultor no es simplemente de justicia y equidad, sino también representa un medio para asegurar que los recursos genéticos, de los que todos dependemos, se conserven y sigan estando disponibles, para lo cual se requieren mecanismos de financiamiento e instrumentos legales que faciliten su ejercicio" (Esquinas, 1997).

BIBLIOGRAFÍA

- Correa, C. M. 1997.** The TRIPs Agreement”, New Intellectual standards for intellectual property: Impact on technology flows and innovation in developing countries. *Science and Public Policy* 24(2):79-92.
- Correa, C. M. 1994.** Sovereign and Property Rights Over Plant Genetic Resources, Commission on Plant Genetic Resources, FAO, First Extraordinary Session.
- CEPAL. 1990.** Los Temas Nuevos en la Ronda de Uruguay del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT). Febrero 9 de 1990.
- Esquinas-Alcázar J. 1997.** La Aplicación de los Derechos del Agricultor, en *Biotecnología y Derecho*. Buenos Aires.
- Solleiro, J. L. et. al. (coord.).1996.** Propiedad Intelectual: promotor de la innovación o barrera de entrada. En *Posibilidades para el desarrollo tecnológico del campo mexicano*. Tomo II. Edit. Cambio XXI, México. pp. 9-32.
- FAO. 1993.** Código de Conducta en Biotecnología Vegetal. FAO, Comisión de Recursos Fitogenéticos. Roma, 19-23 de abril de 1993.
- FAO. 1983.** Comisión de Recursos Fitogenéticos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia
- FAO. 1990.** Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos (1983), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Septiembre 28 de 1990.
- FAO. 1995.** Esbozo del Plan de Acción Mundial. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Junio 19-30 de 1995.
- FAO. 1996.** Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Abril 22-27 de 1996.
- FAO. 1996.** Declaración de Leipzig sobre la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- FAO. 1996.** Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.
- Convenio sobre Diversidad Biológica. 1992.** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Biodiversidad 13, 5 de junio de 1992.
- Diario Oficial de la Federación. 1994.** Acuerdo sobre los aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio. Diciembre de 1994.
- UPOV. 1993.** Información General. UPOV. Folleto. Ginebra, Suiza.
- OMPI. 1994.** Información General.
- SECOFI. 1993.** Tratado de Libre Comercio de América del Norte, Texto Oficial, SECOFI, Edit. Porrúa, México. pág. 483-527.
- Solis, L. 1995.** Políticas Comerciales Internacionales. El Colegio Nacional. México. p.p. 198-202.

VIII

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS EN PERSPECTIVA

*Manuel Livera Muñoz¹, Porfirio Ramírez Vallejo¹, Fernando Castillo González¹,
Alfonso Muratalla Lúa¹ y Yolanda D. Ortiz Hernández²*

*¹ Profesores Investigadores
Instituto de Recursos Genéticos y Productividad
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.*

*² Investigadora
CIIDIR-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional.*

<i>Introducción</i>	<i>155</i>
<i>Los Recursos Genéticos Vegetales en México</i>	<i>156</i>
<i>Marco Internacional de los Recursos Fitogenéticos</i>	<i>157</i>
<i>Propiedad y Uso de los Recursos Fitogenéticos</i>	<i>159</i>
<i>La Protección de los Recursos Fitogenéticos</i>	<i>160</i>
<i> Los Derechos de Patente y los Recursos Fitogenéticos</i>	<i>160</i>
<i>La Agricultura Mexicana y los Recursos Fitogenéticos</i>	<i>163</i>
<i>Perspectivas de los Recursos Fitogenéticos</i>	<i>164</i>
<i> Oportunidades</i>	<i>165</i>
<i> Necesidades</i>	<i>168</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>173</i>

INTRODUCCIÓN

La situación actual de los recursos genéticos vegetales (RGV) de México se caracteriza por dos aspectos contrastantes. Por un lado estos recursos son importantes para la producción de alimentos y otros productos agrícolas y, por otro, no existe interés en su protección y adecuado aprovechamiento, esto último como un mecanismo para impulsar el desarrollo de la agricultura mexicana; además, a pesar de que México es un megacentro de diversidad biológica vegetal y centro de origen de la agricultura Mesoamericana, carece de una política de acciones coordinadas para su conservación y aprovechamiento.

El intenso deterioro actual de la biodiversidad, la erosión genética de las especies utilizadas en la agricultura, la estrecha base genética de la mayoría de los cultivos explotados en los países desarrollados, la amenaza de plagas, enfermedades y los efectos de factores climáticos adversos sobre la agricultura, se encuentran entre las causas del gran interés actual sobre la biodiversidad en general y en particular en las especies útiles en la alimentación y agricultura; es decir, en los recursos fitogenéticos (RF).

Paradójicamente, los países con mayor riqueza en biodiversidad y recursos fitogenéticos son, en lo general, países pobres en desarrollo, como México, incapaces de utilizar estos recursos para ayudar a superar su crítica situación socioeconómica. En contraste, los países desarrollados, con una biodiversidad y recursos fitogenéticos reducidos, y sus compañías transnacionales, hacen mejor uso de estos recursos, aprovechando las especies identificadas como útiles en los países ricos en biodiversidad y la información de sus etnias, para ofrecerlos como productos exóticos (por ejemplo, el caso de los frutales y plantas ornamentales) o la diversidad genética intraespecífica, o genes particulares, para el mejoramiento de sus negocios de producción de semillas mejoradas, particularmente de híbridos, como en el caso del maíz y algunas hortalizas. Esta situación ha resultado en el interés de todos los países en la implementación urgente de acciones que permitan estudiar, conservar y utilizar racionalmente estos recursos, quedando por resolver las divergencias entre los países que tienen los RF y los países desarrollados y sus compañías transnacionales en relación con la propiedad, acceso y beneficio del uso directo e indirecto de estos recursos, de alto valor biológico y económico.

El interés mundial en los RF ha sido canalizado a través de la Organización de las Naciones Unidas, de la cual han emergido diversos lineamientos y compromisos para los países involucrados, como México; aunque, desde una perspectiva nacional, la implementación de políticas y estrategias en torno a los recursos genéticos plasmado en forma de Plan ó Proyecto Nacional, y operado a través de un sistema correspondiente, debe ir más allá de la atención a los compromisos internacionales contraídos, ya que el país necesita ubicar este proyecto en el contexto de un programa integral de desarrollo sustentable de la agricultura y del país en general, con base en sus características económicas, sociales, culturales, políticas y naturales.

En el ámbito nacional este interés presenta diferentes facetas; por ejemplo, la del alto porcentaje de los agricultores quienes año con año utilizan en sus siembras sus propias semillas; la de los agricultores que compran en el país sus semillas o las importan, la de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural que requiere un abastecimiento de semilla suficiente para la implementación de los programas estatales de desarrollo. Además, destaca el interés en el estudio, conservación y aprovechamiento de los recursos genéticos por parte de instituciones de educación e investigación agrícola; así como en organizaciones no gubernamentales como la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI). Esta última periódicamente ha organizado foros para analizar la situación de estos recursos y de sus perspectivas, como una forma de acción para promover la colaboración interinstitucional e interdisciplinaria entre los diferentes actores involucrados en el manejo y el aprovechamiento de los recursos fitogenéticos del país, así como para promover la organización de los diferentes actores.

En esta obra se conjugan los intereses de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI) y de la Dirección General de Agricultura, a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), ha permitido en los

últimos años llevar a cabo acciones de análisis de los avances y las limitaciones que se tienen hasta la fecha en el estudio, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos de México, cuyas conclusiones han sido plasmadas en esta publicación, así como la realización de dos foros de consulta realizados para avanzar en el planteamiento de un Plan o Programa de Acción de los Recursos Fitogenéticos, con el cual sería posible coordinar e integrar los esfuerzos que en la materia son realizados por instituciones, organizaciones e individuos en el país.

El presente capítulo tiene como objetivo principal describir algunas de las posibles oportunidades que los recursos fitogenéticos brindan al país para coadyuvar al mejoramiento de la agricultura y la situación socioeconómica general. Aunque en un contexto más amplio estos aspectos podrían ser parte de las metas de un programa o proyecto global nacional. También, en él se discuten las limitaciones ó necesidades que hasta el momento es posible visualizar, y que son urgentes de superar para concretar estas oportunidades.

Para cumplir con este objetivo, es necesario enmarcar la importancia de los recursos fitogenéticos en el contexto histórico del país y en la situación socioeconómica actual; así como en el contexto de las acciones internacionales. El análisis con base en estos elementos permitirá valorar la posibilidad de aprovechar estas oportunidades y, sobre todo, contribuir en plantear lineamientos para el diseño y estructuración de una propuesta de proyecto o plan nacional.

LOS RECURSOS GENÉTICOS VEGETALES EN MÉXICO

Con el objeto de ubicar el papel de los recursos fitogenéticos en la agricultura y en la sociedad es necesario revisar, en forma concisa, la importancia que estos recursos han tenido en diferentes épocas de la historia del país.

El hombre, ente biológico heterótrofo, desde sus orígenes hasta la fecha, ha dependido de las plantas y animales para satisfacer sus necesidades básicas. En el caso particular de las plantas, éstas le han proporcionado alimento, medicinas, combustible, materiales de construcción y otros elementos para su subsistencia, por ello, el hombre siempre les ha asignado un valor. En las primeras etapas de la agricultura en América la dispersión de especies y variedades fue causada por el intercambio, el robo, las guerras y las conquistas entre las poblaciones nativas (León, 1992).

Los Nahuas obtenían, a través del pago de tributos y del intercambio, diferentes productos vegetales o las plantas mismas, cuyo hábitat era diferente al de la cuenca de México, por lo que, seguramente ellos y otros grupos étnicos establecieron jardines botánicos. Así, Netzahualcóyotl fundó en Tetzcotzingo (Texcoco, Edo. de México) el primer jardín botánico del Anáhuac, centro botánico médico que funcionó hasta ser destruido por los conquistadores españoles; también, fundó los jardines de Tollantzinco (Tulancingo, Hidalgo), Cuauchincango (Huauchinango, Puebla), Xicotépetl (Villa Juárez, Puebla) y Quauhnáhuac (Cuernavaca, Morelos). En estos jardines la botánica y la medicina eran actividades inseparables (Valadéz, 1982). Los Nahuas por su alto interés en el conocimiento de las plantas desarrollaron un método de clasificación de la flora (Estrada, 1989).

La Mesoamérica prehispánica se caracterizó por el alto número de plantas cultivadas, el reducido número de animales domésticos, el desarrollo del riego y la conservación del suelo, las herramientas para el trabajo de campo, la ausencia de animales de tiro y una tecnología para la conservación de alimentos más avanzada que la existente en Europa en las mismas épocas (León, 1992), además de sistemas de producción altamente eficientes y complejos.

La utilización de los recursos genéticos vegetales por los nahuas en tiempos de la conquista está documentada en el Códice Florentino, recientemente estudiado por Estrada (1989) quien indica que un buen número de plantas estaba integrado a la economía, teniendo tanto valor de uso como valor de cambio.

Los españoles iniciaron la recolección de plantas en el nuevo mundo, al mismo tiempo que, con el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1493, se inició la introducción de plantas provenientes de Europa, con el objetivo de satisfacer sus necesidades de alimento y medicina (Hernández y Lora, 1992).

El mayor desplazamiento de cultivos nativos ha tenido lugar en la época moderna (Martínez *et al.* 1992), principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XIX, esto debido al avance del capitalismo y la agricultura comercial, cuyo impacto mayor ocurrió en las zonas áridas y semiáridas del norte del país poco pobladas que se empezaron a colonizar en el siglo XVII, en las que se desarrolló la ganadería y el cultivo de cereales europeos y, excepcionalmente, plantaciones de vid y otros cultivos introducidos.

El subdesarrollo ha sido una causa importante de marginación de especies, debido al bajo poder adquisitivo de la mayoría de la población, lo que reduce el mercado de muchos productos que han desaparecido o quedado marginados, e induce a la sobreexplotación de vegetales recolectados, lo que ha contribuido a la ausencia de políticas y acciones coordinadas tendientes a su conservación y aprovechamiento racional. A pesar de lo cual, afortunadamente, en la actualidad en las zonas con población indígena relativamente alta se siguen utilizando un número relativamente alto de especies nativas (Martínez *et al.*, 1992), muchas de las cuales tienen un alto valor local y regional, ya que en muchos casos, se encuentran estrechamente asociados a la cultura de dichos grupos étnicos.

MARCO INTERNACIONAL DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

Con objeto de establecer un marco de referencia apropiado para la descripción de las necesidades y oportunidades nacionales, es necesario tomar en cuenta las acciones que se han dado en el ámbito internacional en torno a los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, ya que las acciones nacionales deberán estar acordes con las realizadas por otros países, así como en concordancia con las políticas que en torno a los recursos fitogenéticos surjan. Aunque estos aspectos han sido discutidos con amplitud en el Capítulo de Relaciones Internacionales, para el objeto de la presente discusión se presentan en forma resumida.

1. 1947. Inicio de discusiones internacionales sobre RF.
2. 1957. Primer boletín internacional de FAO sobre RF.
3. 1965. Establecimiento de un Panel de Expertos en exploración e introducción de germoplasma de cultivos.
4. 1961, 1967, 1972, 1973 y 1981. Conferencias técnicas sobre recursos genéticos vegetales.
5. 1972. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano en Estocolmo. Se dio a la FAO la responsabilidad de establecer un Programa Internacional de Recursos Genéticos. Se le asigna el liderazgo para el establecimiento del Programa de las Naciones Unidas sobre el Ambiente (UNEP).
6. 1974. FAO propone al Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) y el establecimiento del Consejo Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (IBPGR), con el mandato de ayudar en la coordinación mundial de las actividades en recursos genéticos vegetales.
7. Principios de la década de los 90. El IBPGR apoyó alrededor de 650 misiones para recolectar material en 130 países, con un total de casi 200 mil muestras colectadas.
8. 1974. Se tenían 10 instalaciones para almacenamiento de semillas a largo plazo, 9 de las cuales se encuentran en países desarrollados. Para 1990, había 89 instalaciones de este tipo en países desarrollados y 39 en países en desarrollo, almacenando 3.5 millones de accesiones colectadas por organizaciones nacionales, regionales e internacionales en el período 1970-1990.
9. 1991. Cinco gobiernos firman un convenio internacional y establecen el Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (IPGRI). El IPGRI, la FAO y otras organizaciones internacionales continúan involucrándose en la recolección de germoplasma, y buscan fortalecer éstas y otras actividades de los sistemas nacionales de recursos genéticos vegetales en países en desarrollo, con el reconocimiento de que los sistemas nacionales de recursos genéticos vegetales son la base para la construcción de un sistema global de conservación.
10. 1983. Se estableció la Comisión de Recursos Genéticos Vegetales, de naturaleza intergubernamental y se aprobó el Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos, de carácter no

vinculante. La Comisión y el Compromiso son considerados por la FAO como los principales componentes institucionales del Sistema Mundial para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos, que tiene como objetivos promover la conservación, la disponibilidad y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para las generaciones presentes y futuras, y proporcionar un marco flexible que permita distribuir los beneficios y las cargas de las acciones. Hasta abril de 1996 se habían integrado oficialmente 140 países a dicho Sistema. La Comisión también tiene como función dar seguimiento a la implementación de los principios del Compromiso Internacional y proponer un Código Internacional de Conducta para la Recolección y Transferencia de Recursos Genéticos Vegetales tendiente a conciliar las opiniones divergentes sobre la propiedad y uso de los recursos fitogenéticos.

11. Junio de 1992. Se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y Desarrollo (UNCED) en Río de Janeiro. La UNCED adoptó la Agenda 21, que es un programa global de ambiente y desarrollo que reconoce la importancia crucial de la conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos fitogenéticos. La Convención sobre Diversidad Biológica, que también se propuso en esa Conferencia para su firma, entró en vigor en 1993 y se espera que tenga un profundo impacto sobre la recolección de germoplasma, políticas y programas de recursos fitogenéticos, porque el Artículo 9 de esta Convención compromete a los países a la adopción de medidas para la conservación *ex situ* de componentes de la diversidad biológica, preferentemente en los países de origen de esos componentes. La Comisión de RF de la FAO por primera vez propuso la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos en su cuarta reunión y en 1991 la Conferencia de FAO la ratificó. La Comisión también convino en proponer un fondo internacional para facilitar la aplicación de los derechos de los agricultores y un Plan de Acción Mundial con una base científica sólida, así como un cálculo de los costos de su implementación, recomendando que el Plan y un primer informe de la FAO deberían presentarse en la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) se reconoció la importancia de los RF y en el capítulo 14 del Programa 21 se indican acciones sobre la conservación y utilización sostenible de los RF para la producción de alimentos y agricultura sostenible en los niveles nacional e internacional. El Programa 21 propone medidas para fortalecer el Sistema Mundial de la FAO, para preparar informes periódicos sobre el estado de los RF en el mundo; para preparar un plan progresivo de cooperación mundial sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y agricultura (RFAA); y para promover la celebración de la Cuarta Conferencia Técnica Internacional, donde se examinaría el Primer Informe y el Plan de Acción. La Comisión, en su quinta reunión en abril de 1993, tomó nota de que el proceso de la Conferencia Técnica Internacional transformaría las partes correspondientes del proceso de la CNUMAD, incluidos el Programa 21 y el Convenio sobre la Diversidad Biológica, en un Plan de Acción Mundial con un cálculo de los costos, basado en el Informe sobre el Estado de los RF en el Mundo.

El Plan de Acción Mundial se enfoca hacia los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura con base en los argumentos siguientes:

- a) Estos recursos son el resultado de la intervención humana de agricultores y científicos, y su ordenación sostenible requiere estrategias que se ajusten a su carácter único;
- b) Los centros de biodiversidad están todavía situados en su mayor parte en países en vías de desarrollo; y
- c) Las maneras de distribuir los beneficios obtenidos a partir de ellos son, básicamente, diferentes de las formas que podrían ser apropiadas para la biodiversidad silvestre o no mejorada descubierta en fechas recientes, ó para plantas medicinales.

PROPIEDAD Y USO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

La búsqueda de fuentes de germoplasma novedosas que permitan la obtención de variedades con mayor atractivo comercial para los agricultores representa uno de los objetivos de los grandes consorcios

comerciales del mundo, la mayoría de los cuales se encuentra en los países desarrollados, lo cual ha permitido que en los últimos años hayan emergido compañías productoras de semillas transnacionales y nacionales, que realizan magníficos negocios en México y en el mundo, aunque con base principalmente en variedades obtenidas por hibridación; una situación similar se observa en el caso de las compañías dedicadas a la propagación y venta de esquejes u otro material reproductivo de plantas ornamentales.

Se tienen documentadas experiencias acerca de países que en principio poseyeron los recursos genéticos de determinadas especies, las cuales fueron transferidas a otros países en los que han sido la base de nuevas industrias sin que esto haya representado algún beneficio para los propietarios originales de estos recursos. En el caso de México se pueden mencionar casos conspicuos y patéticos como el del aguacate, en particular el de la variedad Fuerte recolectada por Carl Schmidt en 1911 para Fred y Wilson Popenoe en Atlixco, Pue. y que ha sido importante para el desarrollo de la industria del aguacate en los Estados Unidos. Para 1938 se estimaba que solamente en California había establecidos un millón de árboles de la variedad Fuerte; cabe señalar que este país sólo a partir de 1998 abrió parcialmente sus puertas al aguacate producido en México.

Las aportaciones de México al mundo se iniciaron en tiempos de la conquista y aún continúa, legal o ilegalmente; tal es el caso de las cactáceas, que han sido la base de grandes industrias en el área de ornamentales en varios países desarrollados. Aunque, también es necesario reconocer que en reciprocidad, el país se ha beneficiado con la introducción de especies vegetales, y que dicho beneficio debería continuar en el presente; sin embargo, actualmente las variedades mejoradas se protegen y su semilla se vende, y lo mismo sucede con los propágulos de variedades de especies que no se reproducen por semilla, lo que dificulta el libre acceso a las variedades vegetales mejoradas.

Estos hechos ponen de manifiesto el gran valor económico y estratégico de los recursos fitogenéticos, ya que con ellos es posible desarrollar nuevas agroindustrias en cualquier país, especialmente en estos tiempos en que la globalización económica y la apertura de mercados dan oportunidad a la oferta y demanda de nuevos productos vegetales para utilización directa o transformados; además, de su importancia como fuente de carbohidratos y proteínas naturales en la dieta de la población mundial.

La idea de que como ningún país es autosuficiente en RF y que, por lo tanto, debe haber un flujo libre de germoplasma no ha sido aceptada por los países que los poseen y que, por el contrario, buscan el reconocimiento de su soberanía y propiedad sobre esos recursos. Esta última idea choca con la concepción de un sistema mundial de bancos de germoplasma con instalaciones para conservación a largo plazo de colecciones base y almacenamiento de corto y mediano plazo de colecciones activas, que se basa en la cooperación entre la colección global de un cultivo en particular y las colecciones activas alrededor del mundo. Las colecciones activas, siguiendo esa idea, deberían depositar un duplicado de sus materiales en una colección base apropiada de un cultivo particular. También habría duplicados de las colecciones base de preferencia en otros países (FAO *et al.*, 1994). Este sistema requiere del flujo libre de germoplasma, que podría no ser favorable a los intereses de países como el nuestro, en los que se carece de la organización y estructuras suficientes para tomar ventaja de la existencia de estos recursos.

LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

En el mejoramiento genético comercial los genotipos tienen un valor económico, lo que contrasta con la idea de que los RF son un patrimonio de la humanidad, de tal manera que para proteger la inversión en mejoramiento genético, en algunos países se otorga a los mejoradores el derecho de excluir a otros de la producción y venta de material de propagación de una variedad protegida, por un período de 15 a 25 años.

Una variedad mejorada protegida es legalmente propiedad del mejorador; de acuerdo con los principios plasmados en la Convención de la Unión Internacional para la Protección de Variedades Nuevas de Plantas (UPOV, Convención de 1978). La variedad elegible de protección debe ser distinta, uniforme y estable en sus características esenciales y no comercial al momento de su registro. La Convención de

1978 considera dos excepciones para la protección, una para el mejorador y otra para los agricultores; ya que a los primeros se les permite usar las variedades protegidas en la producción de nuevas variedades, y a los segundos se les permite utilizar la semilla cosechada de la variedad protegida con fines de producción comercial el año siguiente. En 1991 se revisó la Convención UPOV y se introdujo una restricción opcional a la excepción de los agricultores, que concede a cada país la facultad para otorgar o no el derecho a los productores de utilizar las semillas en siembras subsiguientes.

Hasta 1994, 21 países eran miembros de la Convención UPOV revisada, los cuales eran principalmente países europeos, así como E.U., Canadá y Japón. En atención a compromisos internacionales, México se comprometió a introducir e implementar la legislación para la protección de la propiedad intelectual de variedades vegetales; de esta forma, en 1996 se estableció la Ley Federal de Protección de Variedades de Plantas, con base en la adhesión a la Convención de UPOV de 1970.

Los principios legales que rigen el uso de las variedades mejoradas deben ser tomados en cuenta en el análisis del aprovechamiento de los recursos fitogenéticos, ya que por ser la materia prima del proceso de mejoramiento, la forma de apropiación de los mismos requiere ser considerada.

Los derechos de patente y los recursos fitogenéticos

La biotecnología moderna ha vuelto más compleja la definición de recursos genéticos vegetales, ya que además de considerar a las plantas completas, también es posible incluir en ella tejidos, genes y fragmentos de ADN. La industria biotecnológica privada considera que la protección varietal a través de los derechos de los fitomejoradores es inadecuada, y algunos países industrializados han ampliado su definición de material patentable para incluir en ella a plantas o partes de ellas.

Los derechos de patente se otorgan a los inventores para impedir que otros imiten, fabriquen, usen o vendan un producto o proceso patentado para uso comercial por un período de tiempo que, generalmente, es de 17 a 20 años. A cambio de la patente, el inventor informa o revela como trabaja la invención, por lo que el conocimiento se hace del dominio público. Para obtener una patente, el proceso o producto tiene que ser novedoso, útil o no obvio. Además, la patente se debe relacionar con una tecnología para la cual se permiten las patentes. Muchos países no otorgan patentes sobre productos farmacéuticos y algunos prohíben las patentes sobre innovaciones agrícolas.

Las innovaciones en organismos vivos no son patentables en muchos países, pero esto está cambiando, de tal forma que en EE.UU. se han otorgado patentes para variedades específicas de plantas y animales. Así, la protección con patente puede dar a su propietario la autoridad para restringir el uso de la variedad patentada en trabajos de mejoramiento.

La protección por la modalidad de patente de variedades que contienen un gene novedoso es posible en varios países, a condición de que el gene no se encuentre en la naturaleza, y que éste haya sido creado por el inventor o transferido a una especie en la que no se encuentre en forma natural. Las patentes sobre genes parece implicar que el dueño de ella pueda prohibir a otros la comercialización de cualquier material vegetal de la variedad patentada sin autorización y esta protección podría ser ampliada a especies cercanamente relacionadas a las que se les podría transferir el gene a través de técnicas de mejoramiento convencional. Algo más controvertido se ha dado por la Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de EE.UU., la cual otorgó una patente sobre una característica vegetal independiente del proceso por el cual se llegó a ella.

Estas tendencias se enfrentan al concepto de soberanía nacional y propiedad del germoplasma de las especies que se encuentran dentro de las fronteras de los países y que se consideran de interés nacional. Lo que ha dado lugar a restricciones en la disponibilidad de germoplasma, como ejemplos de estos casos se pueden mencionar el del café de Etiopía, el hule de Brasil, las especias de Indonesia, la pimienta negra de la India y el piretrum de Kenya.

Debido a las diferencias en posición, la FAO ha establecido un Código de Conducta para la Recolección y Transferencia de Germoplasma cuya observancia, hasta la fecha, es voluntaria. Las discusiones sobre

propiedad, uso y abuso de los recursos fitogenéticos tuvieron lugar en la Conferencia de la FAO de 1983, que llevó al establecimiento de la Comisión de Recursos Genéticos Vegetales, que actúa como foro global donde puedan converger los donadores y usuarios del germoplasma, junto con los proveedores de fondos financieros y tecnología, para resolver las controversias que surjan sobre la materia. Desde entonces la Comisión se ha reunido en 1985, 1987, 1989, 1991 y 1993. Su secretariado lo proporciona la División de Producción y Protección Vegetal de la FAO.

Entre las principales funciones de la Comisión se encuentra el dar seguimiento a la implementación de los principios del Compromiso Internacional sobre Recursos Genéticos Vegetales, que es un acuerdo no vinculante, implementado en 1983, que tiene como meta asegurar que los RGV, especialmente de especies de importancia económica y social presente y futura, sean identificados, recolectados, conservados, evaluados y puestos a disposición sin restricción.

En el Compromiso, los RGV comprenden a las variedades cultivadas actualmente en uso, las nuevas que se desarrollen, cultivares obsoletos, cultivares primitivos (landraces), las especies silvestres y arvenses (weedy) o los parientes cercanos de variedades cultivadas, y reservas genéticas especiales incluyendo líneas mutantes y líneas élite. Muchos países industrializados se opusieron a que las reservas genéticas especiales se incluyeran en el acuerdo, bajo el argumento de que no podían ser intercambiados libremente porque la legislación de sus países les otorgan derechos de protección en la forma de derechos del mejorador y de patentes. En contraparte, los países en desarrollo han argumentado que las reservas genéticas especiales en gran parte han sido derivadas de germoplasma que se encontraba dentro de sus fronteras, y que esos recursos genéticos deberían estar disponibles en forma libre, tal como lo fue el germoplasma que le dió origen.

La Conferencia de FAO de 1989 adicionó dos resoluciones como anexos al Compromiso en donde se reconocen, además de los derechos del mejorador, los derechos de los agricultores a través de un acuerdo consensado, que indica que tanto los donadores de germoplasma como de tecnología deben ser recompensados por sus contribuciones. Además, ahora el Compromiso se basa en el principio de los derechos soberanos de las naciones sobre los recursos genéticos vegetales dentro de sus fronteras.

En seguimiento a las recomendaciones del Compromiso, la FAO en 1988 estableció un Fondo Internacional para los Recursos Genéticos Vegetales para apoyar la conservación y uso de los RGV. Los países en desarrollo consideran que este fondo es un mecanismo apropiado para recompensarlos por el mejoramiento y mantenimiento de las variedades criollas ó primitivas (landraces) argumentando que así como se recompensa el trabajo de los científicos por la creación de líneas mejoradas y variedades comerciales, los agricultores tienen el derecho de recibir alguna compensación material por sus esfuerzos realizados a través de los siglos para conservar, mejorar y hacer disponible los RGV.

Cabe señalar que el Fondo es voluntario, pero que en 1991 el Centro Keystone, organización de los EE.UU. dedicada al arbitraje de conflictos, convocó a las partes interesadas en el debate a discutir sobre la materia. Como resultado, el concepto de derechos de los agricultores se refinó y se reconoció el papel de los sistemas de innovación informal en la generación y conservación de los RGV; además, en su sesión plenaria final de 1991 argumentó que cualquier fondo designado para actuar como análogo al de los derechos de los mejoradores y patentes con carácter mandatario de las regalías, también debería ser mandatario.

La Conferencia de la FAO de 1991, en una resolución anexa al Compromiso Internacional, avaló los derechos soberanos de las naciones sobre sus recursos fitogenéticos y el principio de la disponibilidad de las líneas de los fitomejoradores y del material de mejoramiento de los agricultores (i.e. landraces) a la discreción de ellos. La resolución también avaló el punto de vista de que los derechos de los agricultores deberían implementarse a través de un fondo internacional, que también debería apoyar la conservación y desarrollo sostenido de los RGV. Para determinar los fondos necesarios se solicitó a FAO, IBPGR (ahora IPGRI) y otras organizaciones preparar un informe periódico sobre el estado de los RGV en el mundo y un Plan Global de Acción. La Conferencia acordó que el primer informe y el plan de acción se prepararían a través de la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre RGV que tuvo lugar en 1996.

El debate anterior se ha ampliado a toda la biodiversidad, jugando un papel central la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y Desarrollo (UNCED) que se llevó a cabo en junio de 1992. La Convención sobre Diversidad Biológica (CBD) se firmó en la UNCED y entró en vigencia el 29 de diciembre de 1993. La CBD reconoce **a la biodiversidad como un interés común, no como herencia común de la humanidad, la soberanía de los estados sobre sus recursos, y la autoridad de los gobiernos nacionales para determinar el acceso a la RGV a través de sus legislaciones propias.** También, estableció que la legislación nacional debe promover el reparto justo y equitativo de los beneficios del uso comercial de los recursos en términos mutuamente acordados. Entre los beneficios que un donador de RGV puede obtener están: 1) la participación en investigación utilizando el recurso; y 2) tecnología aplicada en el uso del recurso (FAO *et al.*, 1994).

LA AGRICULTURA MEXICANA Y LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS.

La situación actual del conocimiento y utilización de los Recursos Fitogenéticos de México ha sido analizada en los capítulos previos de la presente obra. En este capítulo se relaciona esta situación con las características principales de la agricultura del país.

La agricultura mexicana en el período 1949-1970 creció a un ritmo superior del 5% anual, siendo la base del desarrollo industrial y de la urbanización del país (Botey, 1996). En contraste, actualmente el sector agropecuario sufre la peor crisis de su historia que se manifiesta por la descapitalización del sector, estancamiento de la producción, el crecimiento exponencial del déficit de la balanza comercial agropecuaria, el crecimiento explosivo de las carteras vencidas y, sobre todo, la gran pobreza existente en la mayor parte del campo mexicano; todo ello producto de la adopción del modelo económico neoliberal instrumentado en los últimos 15 años. Este modelo tiene como características básicas una menor intervención del estado en la economía y la consecuente ampliación del papel del mercado; la apertura de la economía al comercio y al flujo de capitales externos; y una política de alivio a la pobreza.

En consecuencia se han privatizado las empresas paraestatales, retirado los subsidios al sector primario, abierto las fronteras y confiado a que las fuerzas del mercado regulen la economía y el desarrollo del país. Sin embargo, la aplicación del modelo no ha dado los resultados esperados. Las políticas económicas de los últimos 15 años han resultado en la persistente caída del poder adquisitivo, el incremento del desempleo y el subempleo en actividades informales, la menor inversión en bienestar social lo que contrasta con el enriquecimiento de un grupo reducido de la población, y las privatizaciones no se han traducido en una economía sólida, estable y confiable.

Por su parte, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural ha implementado las siguientes estrategias para promover el desarrollo rural en el período 1995-2000 (Mendoza, 1996): 1) La federalización del sector agropecuario; esto es, la descentralización de las funciones, recursos y facultades de la SAGAR hacia los gobiernos estatales, municipales y organizaciones de productores; 2) Nuevos esquemas de comercialización hacia el interior y exterior del país, cuyo objetivo es desarrollar y fortalecer los mercados regionales para mejorar la distribución de productos y aprovechar las ventajas comparativas del país para exportar frutas y hortalizas; 3) La organización económica, que tiene como un objetivo prioritario desarrollar un nuevo esquema de extensión rural, que tome en cuenta la participación de los productores, la concertación con agentes económicos, organizaciones no gubernamentales y Colegios de Agrónomos, entre otros; 4) Apoyo financiero, con una nueva política de financiamiento y de seguro, que considera la forma de impulsar la movilidad del factor tierra como garantía real en un mercado hipotecario; 5) Apoyos institucionales, que comprenden apoyos directos y de infraestructura, uno de ellos el PROCAMPO, orientado a 2.2 millones de productores, está estructurado para fortalecer el consumo y el ingreso de productores marginales y para apoyar programas productivos estratégicos; y 6) La reconversión productiva, la cual considera la inversión privada y social en investigación, la sanidad, productividad, etc.

Los programas de la SAGAR y en general los del gobierno, no han dado los resultados esperados. Así, en el período 93-95 se importaron alimentos por un total de 6 mil millones de dólares norteamericanos anuales, que representan más de cuatro quintas partes del valor de las exportaciones petroleras (Calva,

1996); además, se estima que en 1996 se importaron 15 millones de toneladas de granos básicos, con un valor cercano a los 3 mil millones de dólares, cantidad que supera el presupuesto asignado al sector agropecuario a través de PROCAMPO (Castaños, 1997), este programa en 4 años redujo los apoyos en 40%. En cuanto a Alianza para el Campo, se señala que sus pocos recursos se han orientado a tecnificar a los productores de mayor potencial (La Jornada, 1999).

La población rural representa la cuarta parte de la población total (28.6%, Censo de Población 1990), de ésta, el 55% se encuentra debajo de la línea de pobreza y el 25.2% en condición de pobreza extrema.

En el contexto anterior, tampoco se ha dado la relevancia debida a la enseñanza e investigación y con ello al desarrollo científico y tecnológico del país. En ciencia y tecnología en 1999 el país invirtió el 0.3 por ciento del PIB, mientras que Estados Unidos y Canadá invierten 2.6 y 1.6% respectivamente. Suecia y Japón, los países que más invierten, designan 3.5 y 3.0 del PIB, respectivamente. En 1982, México hizo la mayor inversión, 0.54% del PIB; en 1997 asignó el 0.42% que corresponde a 13 mil 380 millones de pesos (aproximadamente mil 338 millones de dólares norteamericanos), que es la inversión federal más elevada en los últimos 15 años, pero que está muy por debajo de la recomendación de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura), que indica que los países en desarrollo deben invertir 1.5% del PIB en investigación científica. Por otro lado, cabe señalar que la contribución de la iniciativa privada mexicana a la investigación corresponde sólo al 18% de lo que el país invierte en este rubro.

La situación anterior no permite vislumbrar en el futuro cercano un escenario con cambios favorables en las políticas del gobierno para coadyuvar al mejoramiento de la situación socioeconómica, ni de la enseñanza e investigación en general y, en particular tampoco para las actividades enmarcadas en el sector agrícola; por otro lado, de los organismos internacionales sólo puede esperarse un apoyo parcial debido, entre otras cosas, a lo limitado de sus recursos y también a que las prioridades nacionales no necesariamente corresponden a las de los países desarrollados, en los que se encuentran las principales agencias de financiamiento.

PERSPECTIVAS DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

Con base en los escenarios nacional e internacional, es necesario señalar de entrada que la oportunidad fundamental que los recursos fitogenéticos nativos e introducidos brindan es el coadyuvar al mejoramiento de la situación socioeconómica del país, particularmente de la agricultura, a través de un proyecto que se sustente en el interés nacional.

En el presente informe se ha indicado la importancia de los RF para el desarrollo del país (Ramírez, *et al* Cap. I) y se ha informado sobre las familias, géneros y especies que tienen importancia actual o potencial (Ortega *et al.*, Cap. II de éste volumen), en los que se ha mostrado que las especies vegetales, por proveer alimentos y otros productos de utilidad a la población del país, representan un recurso de gran importancia por ser un medio para subsistir, lograr bienestar y generar riqueza. Por ello, resulta contradictorio que en este país, rico en diversidad biológica, y centro de origen de la agricultura Mesoamericana, se tenga la condición de la agricultura y el nivel de pobreza señalados. Esta situación plantea que además de la disponibilidad de los recursos, es necesario tomar en consideración otros factores, que inciden en su conservación, acceso y utilización.

Con base en los argumentos anteriores es oportuno plantear las preguntas siguientes **¿Cómo los recursos fitogenéticos autóctonos podrían ayudar a mejorar la situación del país?**, es decir, **¿Qué oportunidades es posible visualizar con base en la situación nacional e internacional en este momento, que permitan aprovechar de la manera más integral posible la riqueza y disponibilidad de los recursos genéticos de México?** Las respuestas no son simples, ni permanentes, ya que el número y calidad de las oportunidades dependerá de múltiples factores internos y externos que pueden cambiar el panorama rápidamente, en un mundo en que la apertura y competitividad de los mercados se basa en la novedad, y en un escenario nacional en el que la planeación y desarrollo de proyectos a largo plazo es prácticamente imposible.

Oportunidades

A continuación se discuten algunos grupos de cultivos sólo como un pequeño ejemplo de la multiplicidad de posibles oportunidades, ya que para cada grupo de especies o especies en particular es necesario desarrollar estudios particulares.

Las oportunidades pueden ser múltiples y hay que identificarlas. No obstante, en esta sección se señalan algunas que servirán de base para señalar lo que es necesario para aprovecharlas.

Maíz y frijol

La primera oportunidad que podría considerarse ante la situación de la agricultura nacional es la de producir suficiente maíz y frijol para evitar las importaciones, a lo cual podría contribuir un aprovechamiento racional de los recursos genéticos actuales. En el caso particular del maíz cabría preguntar ¿Porqué importamos si México es rico en recursos genéticos de esta especie?; ¿Porqué siendo el maíz la especie mejor representada en los bancos de germoplasma de instituciones nacionales e internacionales, prevalece esa situación? Preguntas similares las podríamos hacer para el frijol y otros cultivos nativos e introducidos de importancia económica. Para ambos cultivos es necesario desarrollar programas de aprovechamiento racionales y a largo plazo, que contemple la caracterización del germoplasma en los niveles agronómico, industrial y genético, con una mayor interacción entre las entidades nacionales que desarrollan investigación.

Frutas y hortalizas

México destaca como un país que ofrece gran variedad de frutas y hortalizas frescas. Este sector de alimentos frescos generó en 1997 el 5.6% del PIB, que representa el mayor valor comercial dentro del sector agrícola. La superficie que se dedica al cultivo de frutas y hortalizas es tan sólo de 6% y 3%, de la superficie agrícola, respectivamente, mientras que el valor de su producción agrícola corresponde al 18% y 15% del valor de la producción agrícola total (Bancomext, 1999). México exporta frutas y hortalizas, algunas de ellas de origen Mesoamericano, como el jitomate (*Lycopersicon esculentum*) y el aguacate (*Persea americana*), así como especies introducidas (coliflor, brócoli, mango, etc.). Entre las oportunidades que se consideran para las especies nativas, frutales y hortícolas, está en principio el mercado nacional, ya que existen especies que sólo son conocidas regionalmente y cuyo consumo interno podría ser promovido, ya que en el país, a pesar de la crisis, existen nichos de mercado potenciales. Por ejemplo, en el caso de la pitahaya (*Hylocereus undatus*), sus frutos se encuentran en cadenas de supermercados en donde su precio al menudeo varía entre 15 y 20 pesos (1.5 y 2 dólares por kilogramo), planta de la que también se comen sus brotes tiernos como verdura (Ortíz *et al.*, 1994; Castillo, 1995). En el mercado internacional también existen nichos de mercado para productos considerados como “novedades” ó “especialidades” ó productos “exóticos”. Las flores comestibles también merecen atención por las posibilidades de mercados interesados en lo novedoso, entre ellas merecen especial mención: la calabaza (*Cucurbita* spp.), el chilacayote (*Cucurbita ficifolia*), el colorín o xompantle (*Erythrina* sp.), el frijol ayocote (*Phaseolus coccineus*), los magueyes (*Agave* spp.), las yucas (*Yucca* spp.), el huauzontle (*Chenopodium berlandieri*), la pitahaya (*Hylocereus* spp.) y otras especies.

Horticultura ornamental

La contribución de México con RF a la horticultura ornamental ha sido amplia (Ortega *et al.*, Cap. II de éste volumen) y sus especies son parte de la base de recursos fitogenéticos de empresas extranjeras. En México, existen especies útiles para producir flores de corte, plantas para maceta y/o para el piso, follajes para corte y especies para usos especiales, como arquitectura del paisaje y “bonsais”. En el país existe la tradición del gusto por flores y plantas, lo que se refleja en su mercado. Por ejemplo, se estima que anualmente se comercializan aproximadamente unos 2 mil millones de pesos en flor cortada (unos 200 millones de dólares EE.UU.). Con relación al mercado internacional, datos de 1995 indican que el valor total del mercado internacional de las flores de corte es de 39.3 mil millones de dólares y que el valor del mercado de Estados Unidos fue de 14.5 mil millones de dólares EE.UU. En ese año los cinco países que más exportaron flor cortada fueron Holanda, Colombia, Italia, Dinamarca y Estados Unidos con una

participación relativa en el mercado del 48.9, 7.6, 3.8, 3.7 y 3.6%, respectivamente, México participó sólo con el 0.6%. En el país no se ha apoyado convenientemente a la horticultura ornamental, en particular a la floricultura, bajo la premisa que es prioritaria la producción de cultivos básicos. Sin embargo, la demanda existe y hoy en día, por un lado, se importan flores (por ejemplo, anturios de Holanda) y por otro tenemos un TLC con dos países que también demandan flores y plantas ornamentales. Asimismo, otra oportunidad se encuentra en el mercado de la Unión Europea, a donde llegan flores de países Latinoamericanos como Colombia, Ecuador y Costa Rica. La oportunidad existe, y es tiempo de que se considere a la horticultura ornamental desde otra perspectiva, considerando que también puede generar empleo y divisas sin requerirse grandes superficies. Por ejemplo, el FIRA (1994) señala que en el país 4,250 ha dedicadas a esta actividad generan alrededor de 20,000 empleos directos y una producción con valor aproximado de 450 millones de nuevos pesos, equivalente a 600,000 toneladas de maíz que podrían provenir de 240,000 ha con un rendimiento medio de 2.5 ton de grano por hectárea.

Plantas para usos especiales

Oportunidades similares pueden señalarse para plantas medicinales, ya que existe un interés creciente en su utilización, o bien plantas con efectos insecticidas. Respecto a este segundo punto vale la pena destacar el uso de polvos vegetales y extractos acuosos de plantas para combatir insectos plaga, destacando el trabajo realizado en maíz y frijol en el que Lagunes (1994) reporta que se han detectado 78 especies promisorias contra el gusano cogollero, 28 contra la conchuela del frijol, 13 contra el gorgojo del maíz, 14 contra el barrenador mayor de los granos, 6 contra el gorgojo pinto del frijol, y 20 contra el gorgojo pando del frijol. Estos resultados permiten una alternativa tecnológica para los campesinos productores de estos cultivos, que no utilizan productos químicos por falta de recursos y se señala como ventajas la protección del ambiente y la eliminación de accidentes. Adicionalmente, es necesario desarrollar nuevos cultivos y nuevos usos para los cultivos existentes, ya sea para su consumo directo o en forma de productos industriales derivados. Aunque para ello se requiere una nacional más competitiva y con mayor visión en la utilización de los recursos naturales del país.

Cultivos novedosos

La introducción de cultivos puede ofrecer nuevas oportunidades. Un ejemplo, prominente se tiene en el caso de Kiwi (*Actinidia deliciosa*. A. Chev. D.F. Laiang y A.R. Ferguson). Este fruto es miembro del género *Actinida* que engloba a cerca de 50 especies y pertenece a la familia Actinidiaceae, cuyas especies silvestres se desarrollan en China, Japón, Rusia, India e Indochina. Su cultivo comercial se inició en Nueva Zelanda en 1930, y se estima que para el año 2000 se consumirán en el mundo un millón de toneladas de su fruta. Esta especie es un buen ejemplo de la visión, introducción y uso de germoplasma y del éxito de la mercadotecnia del Consejo de Mercadeo del Kiwi de Nueva Zelanda (CMKNZ), quien cambió el nombre en inglés con que se conocía a *A. deliciosa*, de Chinese Gooseberry, al de kiwi. Ahora que ya existen plantaciones comerciales en otros países (Italia, Chile, EE. UU, Grecia, Australia y España, principalmente) el fruto se comercializa con el nombre de kiwi, acuñado por Nueva Zelanda, pero no como marca registrada, por lo tanto, ahora este país ha acuñado un nuevo nombre, Zespri, y el CMKNZ lo registrará para que sea de su uso exclusivo.

Independientemente del nombre, el kiwi es importante para nuestro país. En el período 1992-1996, México importó anualmente un promedio de 1900 ton, gastando, en promedio anual, 13.6 millones de pesos (1.7 millones de dólares). De abril a junio la fruta se importa de Chile; de julio a enero de Nueva Zelanda; y de febrero a marzo se importa principalmente de los Estados Unidos, país que mantiene su presencia en el mercado todo el año. Habría que valorar la posibilidad de que México incursione en el mercado de esta fruta, tanto nacional como internacional, con un análisis que incluya las ventajas comparativas del país (clima, mano de obra, TLC, etc.), así como un análisis de los riesgos. Competir por su propio mercado y por una fracción de los mercados internacionales para crear empleo e ingreso en el campo debería ser motivación suficiente para analizar la posibilidad de emprender un programa de producción y comercialización de esta especie y de otras de la misma familia. Se estima que actualmente México podría empezar con una superficie de 200 ha que después de 4-5 años podrían rendir unas 10 ton/ha de fruta para satisfacer el mercado nacional (Muratalla *et al.*, 1998).

Ejemplo de introducciones recientes al país son el caso de la zarzamora y frambuesa, especies del género *Rubus* que se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, que con la introducción relativamente reciente de germoplasma y promoción de su cultivo se ha aprovechado la variedad climática del país, para producir fruta en períodos donde los países tradicionalmente productores, producen una cantidad mínima. En 1992 se iniciaron las exportaciones con 13 toneladas de fruta de ambas especies en estado fresco, con un valor de 16 mil dólares EE.UU., y para 1997 se exportaron 808 ton de producto fresco y congelado, con un valor de 3 millones 411 mil dólares EE.UU. (Muñoz *et al.*, 1999). Se estima que para el año 2000 México contará con más de 1000 ha plantadas con estas frutillas que hasta la fecha han tenido éxito como negocio rentable y generador de empleo, ya que se puede estimar que con 1000 ha de frambuesa en zonas subtropicales se puede generar una derrama económica mayor a 60 millones de pesos (unos 6 millones de dólares EE.UU.) en mano de obra y también equivalen a 4000 empleos permanentes. ¿Cuántas oportunidades más hay como ésta con cultivos introducidos que se pueden aprovechar?

Es conveniente señalar en este punto, que estas oportunidades no son exclusivas para México, ya que otros países cuentan con germoplasma de nuestras especies autóctonas y, obviamente, también tratarán de aprovechar estas oportunidades. Por ejemplo, en el caso del nopal tunero (*Opuntia* spp.), que tiene mercado en Estados Unidos, Japón, Italia, Alemania y Holanda, entre otros países, la oportunidad la podrían aprovechar otros países productores: Italia, Chile, Sudáfrica, Israel y Estados Unidos (Flores y Gallegos, 1993); respecto a la pitahaya (*Hylocereus* spp.) a la fecha se estima que se han establecido en México unas 50 ha, mientras que Nicaragua y Colombia ya la exportan, sólo que en el último caso la especie pertenece al género *Selenicereus* (Ortiz *et al.*, 1994). Por su parte, Israel ha iniciado también la producción de pitahayas. Sin duda, estos ejemplos podrían aplicarse a la mayoría de las especies nativas.

Hasta este punto se han comentado oportunidades que implican el consumo directo de los productos de los RF; es decir, no se ha mencionado el valor que se les puede agregar a través de la agroindustria, que es un sector esencial de la economía de países desarrollados para transformar los productos naturales. En México desde hace muchos años con sarcasmo se ejemplifica la relación agricultura-agroindustria: "México produce los tomates, los vende a EE.UU., ellos los procesan y nos venden los jugos y puré enlatados y embotellados". El desarrollo de la agricultura no sólo debe estar ligado al de la agroindustria, sino que este último sector debe convertirse en la fuerza motriz para el desarrollo de la agricultura y del comercio exterior, y no descansar únicamente en la venta de productos en bruto. Como un ejemplo destacado de esta forma de acción se encuentra Francia, país cuya industria alimentaria ya no depende de la oferta agrícola y que en 1992 tuvo un volumen de ventas de 700 mil millones de francos, que también se ha convertido en su industria más importante y la primera exportadora mundial de productos transformados, superando a los Países Bajos y Estados Unidos (Scherrer, 1994).

Adicionalmente, se deben aprovechar oportunidades tales como la denominación de origen y sellos de garantía. Como ejemplo de su importancia se encuentran los casos del tequila y el mezcal. En el primer caso la Denominación de Origen (DO) la obtuvo México en 1997, y cabe señalar que por este término se entiende el nombre de una región geográfica del país que sirve para designar un producto originario de la misma, y cuya calidad o característica se deban exclusivamente al medio geográfico, quedando comprendido en este los factores naturales y humanos, con lo cual se asegura para la "región del Tequila" (Jalisco, Guanajuato y parte de Tamaulipas) la exclusividad de la producción. En el caso del mezcal de Oaxaca se conoce menos que su Denominación de Origen se registró el 9 de marzo de 1995, antes que la del tequila, por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, con sede en Ginebra, Suiza. En 1997 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las Normas Oficiales Mexicanas para ambos productos (Gobierno de Oaxaca, 1998).

Las denominaciones de origen no son la solución para los productores de los agaves que se utilizan. Por ejemplo, en Oaxaca las 25,000 personas que dependen del agave mezcalero, productores de agave y destiladores viven en condiciones económicas precarias en su mayoría. Por el otro lado, en los mercados internacionales algunas botellas de mezcal cuestan entre 15 y 20 dólares, pero otras cuestan hasta 250 dólares. Por ello, los comercializadores en el extranjero compran el mezcal en las destiladoras o palenques oaxaqueños, lo someten a una segunda destilación para producir una mejor calidad y lo

exportan bajo su propia marca. En 1996 se cultivaron 5,890 ha con agaves mezcaleros, se produjeron 5.8 millones de litros y se pronostica que en el futuro la demanda se incrementará. En el caso del tequila, se siembran 50,000 ha, empleando a 33,000 agricultores, a los que se suman 38,000 trabajadores en la industria que exportó 86.5 millones de litros en 1996. Cabe citar como datos curiosos que recientemente (1996) hubo una huelga de productores para obtener mejor precio por sus agaves y que en 1997, Don Jesús López Roman, quien luchó porque todo el tequila fuera embotellado en México y que se prohibiera la exportación a granel para asegurar la calidad, fue asesinado.

En general, se puede decir que con base en el aprovechamiento de los recursos fitogenéticos del país sería posible cubrir necesidades actuales para la alimentación y la industria, y que aún existe un enorme potencial en el gran número de especies nativas que no han sido caracterizadas y cuya variación se reduce por falta de un adecuado plan de conservación y aprovechamiento. A este elemento se puede agregar la amplia diversidad climática y ecológica de nuestro país que podría ser apropiada para la producción de cultivos nativos e introducidos, con fines de consumo nacional y en el extranjero, con lo cual sería posible diversificar la agricultura y ampliar las oportunidades para su desarrollo. Aunque, en el futuro sería necesario considerar seriamente el desarrollo de una agroindustria sólida, así como programas de investigación a largo plazo para el desarrollo de nuevas formas, más productivas y rentables, que con la característica de su novedad puedan conquistar los mercados.

Necesidades

Aprovechar las oportunidades no es fácil porque se requiere trabajo, organización y recursos, y porque existen intereses de diferente tipo (políticos, comerciales, financieros, académicos, entre otros), que es necesario considerar en el desarrollo de una política y estrategia racional de aprovechamiento.

No obstante, partiendo básicamente del supuesto de que hay interés en mejorar la situación del país haciendo uso de los recursos fitogenéticos, habría que elaborar un proyecto nacional, que considere a la agricultura de subsistencia, a la destinada al mercado interno y a la de exportación, y los contrastes económicos y sociales del país. Dicho proyecto debe ser integrador de intereses, actividades, recursos y políticas en todos los eslabones de la cadena, desde la producción primaria, pasando por la fase de industrialización, hasta el consumidor nacional ó internacional, y que incluya en cada paso las consideraciones necesarias para el aprovisionamiento de los recursos financieros, insumos y servicios.

Cabe decir que un proyecto así podría parecer utópico ante la situación económica y política actual y las tendencias que se observan; sin embargo, un proyecto que sólo tuviera como metas la recolección, conservación, caracterización y documentación sin una utilización para beneficio del país sería más útil a otros intereses; además, no cumpliría con los compromisos internacionales adquiridos de establecer un programa nacional sólido.

Por lo anterior, a continuación se señalan algunas de las múltiples necesidades que habría que considerar en el Plan Nacional para poder aprovechar las oportunidades y al final se proponen algunos de los elementos jurídicos, estructurales, funcionales y operativos del programa. En otras palabras, primero se señala que habría que hacer y después se presentan algunas ideas sobre quien y como se podrían llevar a cabo.

Un plan nacional de conservación y manejo de germoplasma debe considerar mejorar la coordinación entre instituciones nacionales e internacionales, intensificar las actividades de conservación *in situ* y *ex situ*, el mejoramiento de la infraestructura y equipo, la capacitación de personal y mejorar la caracterización y evaluación del germoplasma, así como muestrear nuevas áreas (Rincón y Hernández, Cap. III).

Ortega *et al.* (Cap. III) mencionan como necesidades: considerar tanto un enfoque nacional como regional en todos los aspectos de los RF, conjuntar la literatura dispersa sobre inventarios florísticos, considerar la introducción de plantas, la interdisciplina y la combinación de esfuerzos oficiales, de las comunidades y la colaboración internacional; jerarquizar los problemas y dividir el trabajo entre

universidades, agencias gubernamentales, ONG's, organizaciones extranjeras y comunidades rurales; y equilibrar aprovechamiento y conservación.

Por su parte, López *et al.* (Cap. IV) señalan la necesidad de una legislación *ad hoc* y propone la elaboración de la ley de protección y acceso a la Biodiversidad y la ley sobre RF para su acceso y su explotación. Por su parte, Benítez *et al.* (Cap. VI) señalan que el Programa Nacional deberá formular un Plan de Acción Nacional que considere a) la revisión del marco legal; b) la operatividad del Plan de Acción y c) la colaboración interinstitucional.

A continuación se señalan algunas de las necesidades que habría que considerar al momento de elaborar en un Plan de Acción Nacional.

Difusión

Es necesario que todos los sectores de la sociedad conozcan la importancia, así como el valor actual y potencial de los RFAA en particular y de la biodiversidad en general, los peligros o problemas que estos recursos enfrentan y los temas más relevantes relacionados con ellos como son: propiedad de los recursos, utilización, formas de intercambio y otros. En particular es necesario que los sectores siguientes estén informados:

- Campesinos y productores que tienen el germoplasma de los cultivos nativos. La tarea es hacer que sepan que tienen el derecho de recibir beneficios por el desarrollo y venta de germoplasma mejorado a partir de sus poblaciones, mismos derechos que tienen las comunidades que cuentan con tierras comunales por la biodiversidad existente en dichas tierras.
- Investigadores que trabajan con RF, que tomen conciencia de que son responsables de recursos que son patrimonio de la nación y que no los pueden regalar a cambio de la coautoría en un artículo o intercambiar si se afectan los intereses nacionales.
- Los que toman decisiones y establecen las políticas para que los incluyan en los programas de desarrollo del país y los protejan tanto de su deterioro por factores naturales (sequías, inundaciones, etc.), como de factores humanos (deforestación, robo, incendios, etc.).

Legislación

Es necesario contar con un marco legal, en donde el Estado declare de interés nacional los RF y establezca la normatividad para su protección y utilización. Al respecto, López *et al.* (Cap. IV) proponen que se promulguen dos leyes: 1) la Ley de protección y acceso a la biodiversidad y 2) la Ley sobre RF para su acceso y explotación. Además, habría que agregar la necesidad de implementar mecanismos que garanticen el logro de los objetivos y metas de esas leyes, ya que a la fecha numerosas áreas protegidas continúan deteriorándose por la acción humana, en donde a pesar de haberse expedido decretos, las autoridades no cumplen con esa protección. Asimismo, no existe claridad a nivel gubernamental acerca de la entidad oficial responsable de estos asuntos a nivel nacional e internacional.

Educación

Es necesario preparar personal técnico y científico en las diferentes áreas relacionadas con la recolección, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. Las licenciaturas en agronomía deberían incluir temas fundamentales relacionados con esta área. Con relación al postgrado habría que considerar la conveniencia de establecer la especialidad en recursos fitogenéticos, sobre todo, teniendo en cuenta que por lo amplio del área el trabajo, debería ser realizado por equipos interdisciplinarios.

Políticas académicas nuevas

Es necesario dar preferencia a los proyectos interdisciplinarios e interinstitucionales.

Fortalecimiento institucional

Cada vez es más difícil conseguir recursos fiscales para infraestructura y equipo; por ello, cubrir las necesidades para conservación *ex situ* y otras actividades relacionadas con RF requerirá de nuevas políticas gubernamentales, y de convenios con organizaciones internacionales públicas y privadas, con base en los lineamientos del código de conducta para el acceso y utilización de los recursos fitogenéticos de la FAO. En este sentido sería necesario establecer una red de bancos de germoplasma a nivel estatal y/o regional; así como, promover la capacitación y entrenamiento del personal encargado de esta infraestructura.

Investigación

Dada la riqueza del país en recursos fitogenéticos, es necesario establecer prioridades. Ortega *et al.* (Cap. II) señalan familias y especies con gran importancia actual o potencial; sin embargo, habría que agregar que es necesario estudiar el mercado, identificando nichos y, sobre todo, establecer proyectos integrados, que consideren también la elaboración de productos agroindustriales, mercadeo y la distribución a los consumidores. Mayor investigación en cuanto a conservación *in situ* y *ex situ*, así como en la caracterización de la diversidad a nivel morfológico y molecular. Además, es necesario promover la investigación de la flora cultivada y silvestre para el desarrollo de nuevos cultivos y productos industriales. Adicionalmente, es necesario fortalecer los programas de RF establecidos, y promover la creación de nuevas áreas y cultivos prioritarios, y promover el financiamiento de proyectos de investigación sobre RF.

Vinculación y transferencia de tecnología

Las instituciones que han estudiado los RF y generado conocimiento y tecnología, necesitan mejorar su vinculación con la iniciativa privada y sector social, con objeto de transferir las tecnologías para el desarrollo del país. Una de las estrategias es desarrollar las incubadoras de empresas, con base en proyectos institucionales e interinstitucionales.

Estudios etnobotánicos

Mención especial merece la necesidad de realizar estos estudios para rescatar y conservar el conocimiento humano obtenido de su relación a través de muchos años con las especies vegetales, conocimiento que se está perdiendo por causa de diferentes factores; entre ellos la migración de los campesinos a las ciudades ó al extranjero, la sustitución de cultivos, y sobre todo, por la sustitución de la cultura nacional por la extranjera.

Introducción de especies

Se debe aprovechar la diversidad de climas del país que permite producir una amplia gama de especies. Es necesario un programa que considere la identificación de especies hasta el establecimiento de convenios donde se consideren beneficios para el donante de germoplasma. También es necesario establecer convenios de intercambio con países ricos en biodiversidad, en particular en RF.

Coordinación interinstitucional e intersectorial

Es necesaria esta coordinación para hacer un mejor uso de los recursos, evitar duplicidades para establecer proyectos integrales que consideren desde la identificación de las oportunidades, producción, transformación, promoción, mercadeo y distribución de productos, que tengan como materia prima uno o varios recursos fitogenéticos; proyectos donde participen productores diferentes, instituciones educativas, secretarías de estado, etc.; proyectos que tengan como meta la generación de un agronegocio con rentabilidad económica y/o social.

Organización de los productores

Organización para la producción y mejoramiento de la situación económica y educativa de la familia (no sindical ni política) de los agricultores; entre otras cosas para reducir los excesivos eslabones de las cadenas de intermediación con objeto de disminuir los costos de los insumos e incrementar el precio de venta de los excedentes.

Por falta de organización los agricultores, 1) compran los insumos con alto valor agregado, al por menor, y del último eslabón de una larga cadena de intermediación y 2) venden sus excedentes sin incorporarles valor, al por mayor y al primer eslabón de la cadena de intermediación. Es decir, en ambas etapas hacen lo contrario de lo que deberían y les convendría hacer, incrementando innecesariamente sus costos de transacción. Asimismo, la organización facilitaría la vinculación y transferencia de tecnología.

Convenios internacionales

En ésta dirección sería necesario revisar meticulosamente los diferentes convenios comerciales internacionales que ha suscrito el país, cuyas acciones afectan directa o indirectamente a la conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos, a partir de lo cual podrían establecerse políticas y estrategias de acción nacional encaminadas a tomar ventaja de éstas oportunidades. Por ejemplo, el TLC permite la exportación de zarzamora, frambuesa, ornamentales, y otros productos, sin el pago de aranceles; también nos permite aprovechar la posición geográfica.

Agroindustria

Es urgente mejorar la vinculación entre producción agrícola y la agroindustria para producir bienes con valor agregado y producir más empleos y mejores ingresos. Una estrategia de desarrollo agrícola basada en la agroindustria ha sido importante para varios países europeos y asiáticos, y permite una mayor vinculación entre la agricultura y la industria, al mismo tiempo que da valor agregado a los productos agrícolas y por ello más y mejores oportunidades de comercialización. La búsqueda y definición de nuevos cultivos, de nuevas formas de aprovechamiento de las especies cultivadas amplía el rango de oportunidades y la posibilidad de aprovechar otros mercados locales, regionales e internacionales.

Políticas gubernamentales apropiadas

Un Programa Nacional sólido, eficiente y con resultados útiles para la nación, requiere que los RF estén considerados dentro de las prioridades nacionales, teniendo como objetivo general la seguridad alimentaria y el mejoramiento de la situación socioeconómica actual. Para ello, será necesario el apoyo político al más alto nivel y la asignación de recursos fiscales para su implementación y operación, buscando también el apoyo de la iniciativa privada y de agencias internacionales, sobre todo de las interesadas en la organización de estos proyectos.

Organización general

Es necesario considerar formas de organización formal entre los diversos actores involucrados en el estudio, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. Esta organización deberá coordinar los esfuerzos individuales e institucionales, así como promover las acciones que promuevan el desarrollo de los recursos fitogenéticos del país. También, deberá promover la definición de políticas, prioridades y estrategias sobre la materia. En este sentido, la existencia de una Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos, con una misión nacional y hacia el futuro, con una composición plural, interdisciplinaria e interinstitucional sería de gran utilidad.

En resumen, resulta necesario establecer una organización que promueva, proteja, conserve y aproveche racionalmente los recursos fitogenéticos del país. Asimismo, se requiere de un marco legal y jurídico en el que las actividades de conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos representen los intereses de la sociedad mexicana. Pero, quizá el aspecto de mayor importancia, es que un plan que

involucre a los recursos fitogenéticos debe implementarse a la brevedad posible, a la vez que se busca el ejercicio de una amplia voluntad política de todos los actores involucrados para llevarlo a cabo.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco de México. 1994.** Elementos de análisis de las cadenas productivas. Ornamentales. Documento Técnico. México, D.F.
- Bancomext. 1997.** Oportunidades de negocio para el sector florícola. Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C. México, D.F.
- Botey D., C. 1996.** La crisis actual y el campo mexicano: antecedentes y diagnóstico.
- Castañón M., C. M. 1997.** Agrónomos de México. ISBN 968-884-433-0 México.
- Estrada Lugo, E. I .J. 1989.** El Códice Florentino, su información etnobotánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de Méx.
- Flores V., C. A. y C. Gallegos V. 1993.** Situación y perspectivas de la producción y comercialización de tuna en la Región Centro-Norte de México. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM. Chapingo, México. 43 p.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 1998.** <http://oaxaca.gob.mx>.
- Hernández B., J. E. y A. Lora G. 1992.** Procesos y causas de marginación; repercusiones de la introducción de la flora americana en España. En: Cultivos Marginados Otra Perspectiva de 1492, Hernández B., J. E. y J. León (eds.). Colección FAO. Producción y protección vegetal No. 26.
- Hernández X., E. 1989.** Prólogo. En: Estrada Lugo, E. I .J. 1989. El Códice Florentino, su información etnobotánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de Méx.
- Hernández-Xolocotzi, E. 1993.** Aspects of Plant domestication in México: a personal view. In: Rama moorthy, T.P. R. Bye, A Lot and J. Fa (eds.). Biological diversity of México. Origins and distribution. Oxford University Press. New York.
- INEGI, CP. 1998.** La Horticultura Ornamental en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. ISBN 970-13-1998-2.
- IPGRI, FAO, UNEP, IUCN. 1992.** A brief history on plant germplasm collecting. In Collecting Plant Genetic Diversity, Technical Guidelines. L. Guarino, V. Ramanatha Rao and R. Reid, eds., pp. 1-11 CAB International, U.K.
- La Jornada. 1999.** Tortilla cara y 2 mil mdd perdidos, al incluir el maíz en el TLC; Nadal. 29 de marzo de 1999. Periódico de circulación nacional.
- Lagunes T., A. 1994.** Memoria. Extractos y polvos vegetales y polvos minerales Para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia.
- León, J. 1992.** Los recursos fitogenéticos del Nuevo Mundo. En: Cultivos marginados otra perspectiva. (J.E. Hernández Bermejo y J. León, eds.) Colección FAO: Producción y protección vegetal, No. 26.
- Mendoza Z., J. A. 1996.** La perspectiva institucional de los retos del sector agropecuario ante la crisis. In: Retos del Sector Agropecuario Ante la Crisis. Memoria. M. E. Valdivia de Ortega y Gustavo García Delgado (Coords.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. pp. 13-23.
- Muñoz R., M., M. del R. Juárez y V. H. Santoyo C. 1999.** El mercado de la frambuesa y zarzamora. En: Memoria del Primer Curso de Capacitación para Productores de Zarzamora del Estado de Guerrero. Rico D., A.C., A. Muratalla L., M. Livera M. y V.A. González H. (Coords.). 1999. Colegio de Postgraduados. Guerrero, Méx. (Mimeografiado) pp. 91-102.
- Ortíz H., Y. D., M. Livera M. y J. L. Tirado T. 1994.** El cultivo de la pitahaya (*Hylocereus spp.*) y sus perspectivas en México. En: A Villegas *et al.* (eds.). Memorias de la Primera Reunión Internacional y Segunda Nacional sobre Frutales Nativos e Introducidos con Demanda Nacional e Internacional. México. p. 111-122.
- Ortíz H., Y. D. 1995.** Avances en el estudio ecofisiológico de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). Tesis Doctoral. Programa de Fisiología Vegetal, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. México.
- Ried, W. V., S. A. Laird, C. A. Meyer, R., Gamez ,A. Sittenfeld, D. H. Janzen, M. A. Gollin and C. Juma. 1994.** La prospección de la Biodiversidad: El Uso de los Recursos Genéticos para el Desarrollo Sostenible. World Resources Institute. Traducción por Centro Universitario de Traducción, 1ª Ed. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Scherrer, V. 1994.** Agricultura vs agroalimentario. Interface, Ciencia y Tecnología de Francia. Núm. 47 año VII: pp 3-4.

- Spillane, C. 1998.** El fortalecimiento de la coordinación y de la organización estructural de los programas nacionales para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Temas y Opciones. (Engels, J., Withers, L., Fassil, H., y Gass T.). Versión preliminar para discusión. Circular. IPGRI-FAO.
- The economist. 1996.** Jeu Zespri. August 16th. 1996. p. 48
- Valdés, J. 1982.** Los jardines botánicos y las plantas medicinales del México antiguo. En: Barcenas Alicia *et al.* (eds.). Memorias del Simposio de Etnobotánica. 1976. Instituto de Antropología e Historia, México.