

INFORME NACIONAL



SOBRE EL ESTADO
DE LOS RECURSOS
FITOGENÉTICOS PARA
LA ALIMENTACIÓN
Y LA AGRICULTURA

2020



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

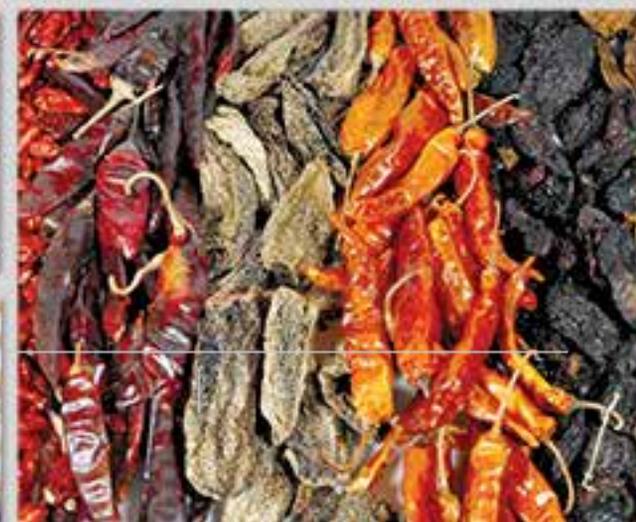


SNICS
SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS



México es miembro de la Comisión de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), por lo cual ha preparado el presente Informe Nacional a través del Punto Focal Nacional, como parte del proceso preparatorio del Tercer Informe Mundial sobre el estado y progresos realizados en materia de RFAA; además de proveer información actualizada del estado que guardan dichos recursos en términos de Conservación, Utilización y Creación de Capacidades.







AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SNICS
SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS

Informe Nacional Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

DR © 2020 Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Av. Guillermo Pérez Valenzuela, Núm. 127, Col. Del Carmen, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04100, Ciudad de México.

ISBN: 000-000-0000-00-0

Primera edición:

23 de noviembre de 2020

<https://www.gob.mx/snics>

Forma correcta de citar:

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. 2020. Informe Nacional Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. 319 pp.

CRÉDITOS

COMPILADORES

Dr. Rogelio Lépez Ildelfonso
M.C. Flavio Aragón Cuevas
Dr. Jesús Axayacatl Cuevas Sánchez
Dr. Amalio Santacruz Varela
Dr. Sergio Segura Ledesma
Ing. Enriqueta Molina Macías
Dr. Eduardo Rodríguez Guzmán
M.C. Nancy Yazmin Hernández Nicolás
M.C. Julio César Pérez de la Cerda
Ing. Ernesto Ríos Santos
M.C. Jesús Ramírez Galindo

REVISIÓN TÉCNICA

Dr. Leobigildo Córdova Téllez
M.C. Nancy Yazmin Hernández Nicolás
Dr. José Fernando de la Torre Sánchez

DISEÑO EDITORIAL

Renato Horacio Flores González

APOYO LOGÍSTICO

Ing. Elizabeth Cruz Nopal
Ing. Yaron David Haro Vasseur
Lic. Miguel Ángel López Arreguín

DIRECTORIO AGRICULTURA

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Ing. Víctor Suárez Carrera

Subsecretario de Alimentación y Competitividad

Dr. Salvador Fernández Rivera

Coordinador General de Desarrollo Rural

Ing. José Santiago Argüello Campos

Director General de Fomento a la Agricultura

DIRECTORIO SNICS

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

Titular General del SNICS

Dr. Marco Antonio Caballero García

Director de Certificación de Semillas

Ing. Víctor Manuel Vásquez Navarrete

Director de Variedades Vegetales

M. C. Nancy Yazmin Hernández Nicolás

Directora de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

Lic. Filiberto Gastelum Serna

Área Jurídica del SNICS

AGRADECIMIENTOS

A los investigadores y académicos que de manera comprometida con el desarrollo de la agricultura nacional y cuidado de los Recursos Fitogenéticos accedieron a contestar las encuestas que proveyeron información para elaborar el presente informe.

A las siguientes instituciones nacionales e internacionales que aportaron información particular para el informe:

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

Colegio de Postgraduados (CP)

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (UDG)

Universidad Autónoma Chapingo (UACH)

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Asociación Nacional de Jardines Botánicos de México (AMJB)

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

Instituto de Ecología A.C. (INECOL)

Jardín Botánico Regional de Cadereyta

A los encuestadores, coordinadores, capturistas, escritores y, en general, a todos los que de manera directa e indirecta colaboraron para la elaboración de este documento.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

°C	Grados Centígrados
ADN	Ácido Desoxirribonucleico
ADVC	Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación
AGRICULTURA	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
AMBJ	Asociación Mexicana de Jardines Botánicos
AMG	Agrobiotecnología y Mejoramiento Genético SPR de RL de CV
ANP	Áreas Naturales Protegidas
APB	Centro de Intercambio de Información sobre Acceso y Participación de los Beneficios
BanGERMEX	Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano
BANGEV	Banco de Germoplasma Vegetal
BCS	Bancos Comunitarios de Semillas
BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
CBD	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CBTA 133	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 133
CBTA 286	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 286
CC-SO	Centros de Conservación de Semillas Ortodoxas
CC-SR	Centros de Conservación de Semillas Recalcitrantes
CEBAJ	Campo Experimental Bajío
CECECH	Campo Experimental Centro de Chiapas
CECOT	Campo Experimental Cotaxtla
CEGET	Campo Experimental General Terán
CEHUAS	Campo Experimental Huastecas
CEHUI	Campo Experimental Huimanguillo
CEIGUA	Campo Experimental Iguala
CEIXT	Campo Experimental Ixtacuaco
CEJAL	Campo Experimental Centro Altos de Jalisco
CEMEXI	Campo Experimental Valle de Mexicali
CEMOC	Campo Experimental Mococho
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CENEB	Campo Experimental Norman E. Borlaug
CERI	Campo Experimental Rosario Izapa

CERIB	Campo Experimental Río Bravo
CESAL	Campo Experimental Saltillo
CESAN	Campo Experimental San Luis
CESIX	Campo Experimental Santiago Ixcuintla
CETECO	Campo Experimental Tecomán
CETODS	Campo Experimental Todos Santos
CEVAF	Campo Experimental Valle del Fuerte
CEVAMEX	Campo Experimental del Valle de México
CEVOAX	Campo Experimental Valles Centrales Oaxaca
CEZAM	Campo Experimental Zacatepec
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CIATEJ	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco
CIBNOR	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.
CICEGBS	Construcción Internacional de Capacidades para la Evaluación y Gobernanza de la Biología Sintética
CICY	Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán A.C.
CIDIIR-MICHOACÁN	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacán
CIELO	Federación Indígena Empresarial y Comunidades Locales de México, A.C
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CNRG	Centro Nacional de Recursos Genéticos
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONADESUCA	Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
COVID-19	Enfermedad por coronavirus 2019: CO significa 'corona', VI es para 'virus', D para 'enfermedad' (disease, en inglés) y 19 es por el año en el que se originó (2019)
CP	Colegio de Postgraduados
CRUCO	Centro Regional Universitario Centro Occidente
CRUO	Centro Regional Universitario Oriente
CRUPY	Centro Regional Universitario Península de Yucatán
CRUS	Centro Regional Universitario Sur
CS	Canasta de Semillas A.C.
CUCBA	Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
CUCI	Centro Universitario de la Ciénega
DNRS	Depositorio Nacional de Referencia de Semillas
EMCV	Estrategia Mexicana de Conservación Vegetal
F.E.P.R.	Federación de Productores de Maíz del Estado de México

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FC	Fitomejoramiento Convencional
FP	Fitomejoramiento Participativo
GISem	Grupo Interdisciplinario de Investigación en <i>Sechium edule</i> en México A.C.
ICAMEX	Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPN	Instituto Politécnico Nacional
ITAT	Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
IT-Chiná	Instituto Tecnológico de Chiná
IT-Comitán	Instituto Tecnológico de Comitán
IT-Conkal	Instituto Tecnológico de Conkal
ITR	Instituto Tecnológico de Roque
ITT	Instituto Tecnológico de Tlajomulco
IT-Tuxtepec	Instituto Tecnológico de Tuxtepec
JB	Jardines Botánicos
MIAF	Milpa Intercalada entre Árboles Frutales
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONG´s	Organizaciones No Gubernamentales
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAM	Plan de Acción Mundial
PIDETEC	Programa de Innovación, Investigación, Desarrollo Tecnológico y Educación
PROCER	Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo
PROCODES	Programa de Conservación para el Desarrollo
PROMAC	Programa del Maíz Criollo
PROREST	Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias
RFAA	Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
RITA	Red Indígena de Turismo de México A.C.
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SCDB	Secretaría del Convenio de la Diversidad Biológica
SEDEA-Querétaro	Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Querétaro
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SINAREFI	Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
SNIB	Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad
SNICS	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
SPMDF	Sistema Producto Maíz del DF
UAA	Universidad Autónoma de Aguascalientes

- UAAAN** Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
- UACH** Universidad Autónoma Chapingo
- UAEM** Universidad Autónoma del Estado de Morelos
- UAEMex** Universidad Autónoma del Estado de México
- UAGro** Universidad Autónoma de Guerrero
- UAM** Universidad Autónoma Metropolitana
- UAN** Universidad Autónoma de Nayarit
- UAS** Universidad de Sinaloa
- UASLP** Universidad Autónoma de San Luis Potosí
- UAT** Universidad Autónoma de Tamaulipas
- UDG** Universidad de Guadalajara
- UIET** Universidad Intercultural del Estado de Tabasco
- UIMQROO** Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo
- UJAT** Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
- UMSNH** Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- UNAM** Universidad Nacional Autónoma de México
- UNISON** Universidad de Sonora
- UTM** Universidad Tecnológica de la Mixteca
- UV** Universidad Veracruzana
- WIEWS** Sistema Mundial de Información y Alerta Temprana sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

PRESENTACIÓN

Teniendo como antecedente el entonces recién creado Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos Para la Alimentación y la Agricultura, SINAREFI (2002), se Publica en 2006 el Segundo Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos Para la Alimentación y la Agricultura, donde un selecto grupo de connotados Investigadores de la academia y de las Instituciones oficiales en México, ofrecieron su experiencia y conocimientos para integrar este valioso documento que ha sido referente para la orientación de políticas públicas y direccionamiento de los temas de Investigación en Recursos Fitogenéticos.

A 14 años del citado documento, se presenta el **Tercer Informe Nacional Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura, 2020**, cumpliendo con el importante reto de captar la vorágine de acontecimientos que han tenido una gran incidencia en la situación actual de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Muchos de los cuales, han influenciado de manera determinante la forma como visualiza el sector productivo, el sector oficial, las organizaciones, las instituciones y la sociedad en general a los RFAA, destacandose, entre otros: La resolución del Comité Técnico Nacional de la entonces SAGARPA, para la creación del Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SINARGEN), como un programa formal de dicha Secretaría y de la que emanó la formación de redes, organizadas en sub-sistemas (Agrícola, Pecuario, Acuático y Microbiano) y la posibilidad de realizar trabajo conjunto en cada especialidad. Cabe mencionar que para el caso de RFAA, el SINARGEN ya tenía el camino andado y sirvió de referente para los otros subsistemas que en ese momento apenas se conformaron. El gran proyecto de maíces nativos de la CONABIO en 2010, donde se llevó a cabo una importante recolecta de razas de maíces, en lugares donde nunca se habían recolectado. El proyecto MasAgro y en particular el componente MasAgro Biodiversidad y el proyecto Seeds of Discovery, que lanzó la entonces SAGARPA con un aliento de 10 años, 2010-2020 bajo la coordinación del CIMMYT, en el que participaron Investigadores de recursos genéticos de casi todas las Instituciones y Universidades del País. El Inicio de operaciones en 2012 del Centro Nacional de Recursos Genéticos, como un referente estratégico para la conservación *ex situ*, a largo plazo de germoplasma Agrícola, Forestal, Pecuario, Acuático y Microbiano del País. Este lapso de tiempo fue testigo del crecimiento explosivo de estudios de diversidad y caracterización molecular de recursos fitogenéticos y de desarrollos relevantes en los métodos de conservación, como la criopreservación de tejidos vegetales. En este periodo también hubo cambios importantes en el marco normativo relacionado con Recursos Genéticos como la creación y ratificación del protocolo de Nagoya (2010-2012), al que México se adhirió. Se han observado también muchos

cambios en la taxonomía de plantas, mismos que han sido considerados en el presente informe. Cambios muy recientes y de importancia central, han sido la Creación del Comité Sectorial de Recursos Genéticos Para la Alimentación y la Agricultura y sus respectivos subcomités, que marca una nueva era en la atención de este tema por parte del Gobierno Federal y las Instituciones y la reciente aprobación de la Ley de Maíces Nativos, que entre muchas otros beneficios, dará certeza y apoyo a la estrategia de conservación *in situ*, que se realiza a través de la promoción de bancos comunitarios y el mejoramiento participativo.

De tal forma, que este informe no solo se actualiza con respecto a su versión anterior, sino que nos pone al corriente en todos estos temas y presenta una versión moderna y actualizada de cómo se debe visualizar y atender la conservación y uso sostenible de los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura.

El presente informe se desarrolló a partir del trabajo de investigación documental de los participantes de este esfuerzo colectivo y también a partir de una encuesta que se aplicó a académicos e investigadores de 205 entidades, que fueron procesados y dieron origen a una base de datos, que fue el soporte de este documento.

La obra está conformada por seis capítulos: 1. Los recursos fitogenéticos en México; 2. Conservación *in situ*; 3. Conservación *ex situ*; 4. Uso sostenible de los RFAA; 5. Creación de capacidades en Recursos Fitogenéticos y 6. Análisis legislativo sobre los recursos Fitogenéticos en México. Este documento se debe considerar como una aproximación al conocimiento de la diversidad fitogenética del territorio nacional; en ese sentido, es perfectible, de modo que cada vez se tendrá una mayor cercanía a la dimensión real de los recursos fitogenéticos de México. En los últimos 10 años han ocurrido cambios en el entorno legislativo de los RFAA, incluyendo una actualización en temas como el CDB, ITPGRFA, Protocolo de Nagoya, etc, así como temas locales de interacción de los RFAA con los recursos naturales, legislación local en semillas, propiedad intelectual y bioseguridad.

Se agradece a todos los que participaron en esta tarea, en especial a los investigadores y académicos que de manera comprometida con el desarrollo de la agricultura nacional accedieron siempre gentilmente a contestar el cuestionario, a los encuestadores, a los coordinadores regionales, a los capturistas, a los escritores y, en general, a todos los que de manera directa e indirecta colaboraron en este empeño.





METODOLOGÍA

La información básica para la escritura del capítulo 1, corresponde a las estadísticas de producción nacional, tomando como referencia los registros del Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) del año 2019, las cuales se desagregaron en especies nativas e introducidas, ambas en especies anuales y perennes, además se realizó la comparación con las estadísticas del año 2003 presentadas en el Informe Nacional 2006.

Los capítulos 2, 3, 4 y 5 del presente informe se estructuraron con información proporcionada por expertos e instituciones (partes interesadas) de relevancia en el tema a nivel nacional, además se complementó con estudios temáticos y publicaciones científicas; por tanto, forma parte de este Informe:

- Los datos proporcionados por los expertos e instituciones, en el período desde enero de 2012 hasta diciembre de 2019;
- Estudios temáticos informativos y otras fuentes de información relevante (publicaciones científicas o de difusión).

Para el acopio de información con expertos e instituciones se realizó un listado considerando los siguientes criterios:

- Se retomaron las instancias consultadas en el Informe realizado en 2006.
- Instancias consultadas en 2014 para el Informe Interino de los RFAA (2012-2014).
- Instituciones de Investigación y enseñanza que tienen programas relacionados con las carreras de agronomía, biología, mejoramiento genético o recursos genéticos (Nivel medio superior hasta posgrado).
- Investigadores o instancias que participaron en proyectos relacionados con la conservación y/o aprovechamiento de RFAA (CONABIO, COFUPRO, FONDO SECTORIAL SAGARPA-CONACYT).
- Miembros de las redes del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.
- Listado de obtentores registrados en el SNICS, considerando al sector público y privado.

Con lo anterior se obtuvo una lista de 1,538 instancias o personas a consultar, de las cuales se logró tener datos de contacto de 1,363 y a quienes se envió por oficio solicitud de la información requerida; de estas solicitudes, 431 contestaron que no contaban con información para aportar o no deseaban proporcionarla, 627 no dieron respuesta y 305 contribuyeron con información para este informe.

El trabajo se desarrolló a nivel nacional durante el 2020, para efectos prácticos, el territorio nacional fue dividido en cinco regiones: 1) Noreste (Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas); 2) Noroeste (Baja California Norte, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora); 3) Centro (Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y San Luis Potosí); 4) Centro-Sur (Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Veracruz), 5) Sureste (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán) (Figura 1).



Figura 1. Regiones consideradas para la realización del presente informe.

Para el acopio y sistematización de la información se aplicó una encuesta, la cual consta de cuatro secciones: 1) Conservación *in situ*, 2) Conservación *ex situ*, 3) Uso sostenible y 4) Creación de capacidades, las cuales aportaron información para la elaboración del capítulo dos, tres, cuatro y cinco del presente Informe. Dicha encuesta toma como referencia el “Modelo de presentación de informes para el seguimiento de la implementación del Segundo Plan de Acción Mundial (PAM)” de la FAO, así como 42 de las 48 preguntas que se contemplan en dicho informe y que abonan a los 58 indicadores y 18 actividades prioritarias del Segundo PAM; adicionalmente, se incorporaron 7 preguntas consideradas de interés particular para el país y la consulta realizada al Centros Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el cual por ser un Centro Internacional no se incluye en el Informe que se reporta a la FAO como país, pero que para fines de este informe de carácter interno, provee valiosa información en el tema.

Las encuestas revisadas y validadas se capturaron en el Sistema Mundial de Información y Alerta Temprana sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (WIEWS) <http://www.fao.org/pgrfa/>. El sistema genera fuentes de salida de información a través de hojas de cálculo (Excel), lo que permitió el análisis de los datos y la construcción de gráficos y tablas. Las preguntas adicionales y la correspondiente a los Centros Internacionales de Investigación no fueron capturadas en el Sistema WIEWS, sino que se sistematizaron directamente en hojas de cálculo.

Para la construcción del capítulo 6 se realizó una revisión de los principios, aportaciones y situación actual de México con respecto a los acuerdos internacionales, incluyendo el Convenio de la Diversidad Biológica, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización. Además se analizó el marco legal nacional, en el que se refleja la evolución que estos temas han tenido en nuestro país, aunque se requiere una revisión para su adecuada complementariedad.

CAPÍTULO 1

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DE MÉXICO



|

1.1. RESUMEN

La posición geográfica de México en el Hemisferio Norte, sus diferencias en latitud, sus accidentes geográficos con distinta altitud y la existencia de mares que circundan en gran parte al territorio nacional, han conformado numerosos ambientes climáticos y han propiciado la gran diversidad florística nativa en nuestro país. Estas condiciones y la presencia de grupos humanos desde hace más de 30,000 años, han favorecido la evolución de las plantas, el endemismo y la domesticación de varias especies vegetales. La diversidad florística autóctona permitió el florecimiento de las culturas prehispánicas, culturas que a la llegada de los españoles cultivaban y utilizaban un gran número de especies de plantas como maíz, frijol, chile, calabaza, amaranto, cacao, entre otras. Los variados ambientes climáticos también han permitido la introducción con éxito de un gran número de especies cultivadas para propósitos alimenticios, forrajeros, medicinales, textiles y de recreación, especies que han ampliado de manera significativa las opciones de cultivo para los productores, y de alimento y otros usos para los consumidores.

La información básica para la escritura del capítulo presente, corresponde a las estadísticas de producción nacional, tomando como referencia los registros del Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) del año 2019. Las especies de interés antropocéntrico registradas en las estadísticas agrícolas nacionales son 256, de las cuales 64 corresponden a cultivos autóctonos (29 anuales y 35 perennes) y 192 a especies de plantas introducidas (101 anuales y 91 perennes). Este grupo de por sí numeroso, no incluye a muchas especies con algún valor de uso en las comunidades rurales.

Las 64 especies autóctonas cosechadas en 9.464 millones de ha (48.9 % del total), contribuyen con 299,278 millones de pesos (44.3 %) al valor de la producción nacional. Por su parte, las 29 especies nativas anuales cultivadas, se cosechan en 9.007 millones de ha (46.5 %) con un valor de 189,746 millones de pesos (28.1 % del total nacional). El maíz grano y el frijol grano son los dos cultivos autóctonos de mayor importancia económica y social, con 7.897 millones de hectáreas y 119,286 millones de pesos para ambas especies; adicionalmente, estos dos taxa tienen a México como centro de origen y de diversidad, y son dos de las grandes aportaciones mesoamericanas a la agricultura y alimentación mundiales. Otros cultivos anuales con una aportación significativa al valor de la cosecha nacional, son: chile verde y seco, algodón hueso, maíz forrajero, tomate verde y calabacita.

Las 35 especies de cultivos autóctonos perennes se cosechan en 0.457 millones de ha (2.4 %), con una aportación al valor de la producción nacional de 109,532 millones de pesos (16.2 %). El aguacate y el agave, con apenas 240,207 ha entre los dos, contribuyen con 79,939 millones de pesos, el 73.0 % del total de su grupo. Los cultivos de zarzamora y papaya, también hacen una contribución importante.

Por otro lado, las 192 especies de cultivos introducidos cosechados en 9.898 millones de ha (51.1 %), aportan 376,978 millones de pesos (55.7 %). El grupo de 101 especies de cultivos anuales con 4.120 millones de ha cosechadas (21.3 %), registran un valor de la producción de 139,886 millones de pesos (20.7 %). En este grupo destacan sorgo y trigo por superficie cosechada (1.325 y 0.587) y aportación al valor de la producción (14,422 y 12,885) en millones de hectáreas y pesos, respectivamente. También es importante destacar la gran aportación de jitomate y fresa, en su mayoría bajo cultivo protegido, que con solo 46,257 y 16,429 ha, producen una cosecha de 29,874 y 20,548 millones de pesos anuales, respectivamente.

En el grupo de 91 especies que corresponden a cultivos perennes introducidos, cosechados en 5.777 millones de ha (29.8 %) con un valor de 237,092 millones de pesos (35.1 %), destaca la caña de azúcar con una superficie cosechada de 781,568 hectáreas y un valor de la producción de 45,899 millones de pesos anuales. Otros cultivos importantes por el valor de la cosecha, son alfalfa, fresa, limón, nuez, uva y pastos y praderas, con un valor de la producción superior a los 10,000 millones de pesos.

En el periodo de 16 años transcurridos entre el Informe Nacional 2006 con datos estadísticos de 2003 e Informe Nacional 2020 con datos de 2019, han ocurrido cambios relevantes en las variables referentes a número de especies sembradas, superficie cosechada, cosecha obtenida y valor de la producción. En las cuatro variables hubo cambios hacia el incremento. El número de especies cultivadas pasó de 229 a 256, con un aumento de 27 taxa (11.2 %). La superficie cosechada mostró un incremento de 1.442 millones de ha (8.1 %), al registrar 17.919 en 2003 y 19.361 en 2019. En valor de la producción, en 2003 se obtuvieron 171,567 millones y en 2019, 676,255 millones de pesos (394.2 %). El valor de 2019 ajustado por la inflación ocurrida en los 16 años de 66.19 %, equivaldría a 228,642 millones.

El análisis también permite reflexionar sobre la dependencia de los recursos fitogenéticos, que a pesar de que México es un país megadiverso y en donde se han domesticado un gran número de especies autóctonas de alto valor en la agricultura nacional y mundial como el maíz y frijol, en la producción de alimentos y otros bienes de origen vegetal, depende en gran medida de especies cultivadas introducidas. Así también sirve para recordar que la diversidad de los recursos fitogenéticos es finita, que tiene un valor ético, cultural y económico para la humanidad, recurso que está siendo permanentemente erosionado o perdido para la posteridad, por prácticas inadecuadas e insostenibles. En consecuencia, el reto es conocerlo, conservarlo y utilizarlo en forma racional, con equidad, en bien de las presentes y futuras generaciones de la humanidad.



1.2. INTRODUCCIÓN

En la República Mexicana concurren numerosas condiciones climáticas, consecuencia de su posición geográfica en el Hemisferio Norte, sus diferencias en latitud, sus múltiples accidentes geográficos con diferente altitud y la existencia de mares que circundan en gran parte al territorio nacional. Las variadas condiciones naturales ofrecen innumerables ambientes para el florecimiento de un gran número de especies de plantas, razón por la cual nuestro país posee una de las biotas más diversas y dentro de los 17 países considerados megadiversos, se ubica en el lugar número 5 (Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda, 2008).

La existencia de una gran diversidad vegetal y de grupos humanos desde hace más de 30,000 años en nuestro país, permitieron el uso y domesticación de gran número de especies; algunas de ellas como maíz, frijol, chile, cacao, algodón, aguacate, etc., han sido verdaderos aportes a la agricultura y alimentación mundiales.

Igualmente, las variadas condiciones agroclimáticas han posibilitado el cultivo comercial de 65 especies nativas, sin contar al numeroso grupo de plantas cultivadas o con algún valor de uso local, no incluidas en las estadísticas oficiales. De forma similar, han posibilitado la introducción de 191 especies cultivadas, especies que han ampliado las opciones de siembra de nuestros productores agrícolas, con una contribución importante a la alimentación y economía nacionales. En algunas de estas especies introducidas hace 500 años, se han desarrollado grupos secundarios de diversidad, enriqueciendo los recursos fitogenéticos disponibles para la agricultura y la alimentación.

El capítulo incluye información estadística del año 2019, sobre el número de especies cultivadas, la superficie cosechada, la producción obtenida y el valor de la cosecha, tanto de especies anuales como perennes, autóctonas e introducidas. Así también, incluye un breve análisis sobre la evolución de la producción agrícola nacional ocurrida en 16 años transcurridos entre 2003 y 2019, años de la información estadística considerada para los informes nacionales de 2006 y 2020. Este apartado muestra que en la mayoría de los casos ocurrieron cambios importantes hacia el incremento, cambios que se han reflejado de manera significativa en mayor disponibilidad de alimentos y en incremento del valor de la producción nacional.

La información revisada muestra que todos los países sin excepción, mantienen una interdependencia en recursos fitogenéticos tanto para la producción de alimentos, como para la generación de otros bienes de origen vegetal, así como para el desarrollo de nuevos cultivares a través del mejoramiento genético. En el caso de México, país megadiverso, el 74.6 % de las especies cultivadas son introducidas.

En los temas que se han señalado, el presente capítulo tiene el propósito de proporcionar mayor información y hacer una discusión de los aspectos considerados relevantes. El objetivo es poner en perspectiva el valor de la contribución de los numerosos cultivos autóctonos e introducidos a la producción de alimentos y en otros bienes de origen vegetal, en el contexto nacional. La información también puede ser relevante en la toma de decisiones sobre la conservación y el aprovechamiento racional de nuestros variados y numerosos recursos fitogenéticos.

1.3. CONDICIONES NATURALES

El territorio mexicano se ubica en el hemisferio norte entre los paralelos 14° 30' y 32° 43' de latitud norte y los meridianos 86° 42' y 118° 27' de longitud oeste. Tiene una extensión de 1'959,375 km², con un perímetro de 15,818 km, de los cuales 11,122 corresponden a litorales y 4,696 a fronteras con los Estados Unidos por el Norte (94 %) y Guatemala y Belice (6 %) por el Sur. Del total de las 195.8 millones de hectáreas de superficie terrestre, 32.4 millones (16.5 %) se dedican a actividades agrícolas, 77.8 millones a la ganadería (39.7 %), 56.6 millones (28.9 %) para la actividad forestal y las 29.0 millones restantes (14.9 %) se dedican a usos diversos (CEDRSSA, 2019).

La complejidad del relieve mexicano definido por grandes cadenas montañosas y numerosas provincias fisiográficas, el amplio rango latitudinal de 18° 13', las diferencias altitudinales de hasta 5,740 m, la influencia de los mares que circundan al territorio, todos ellos factores que definen la existencia de 28 ambientes climáticos (Medina *et al.*, 1998) y la sobreposición y entrelazamiento de dos grandes regiones biogeográficas (neártica y neotropical), han favorecido la diversidad genética, la evolución de las plantas y el endemismo, dando origen a una de las biotas más diversas, por lo que México es considerado uno de los 17 países megadiversos del mundo (CONABIO, 2000; Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda, 2008).

No obstante que se desconoce el número exacto de especies que integran la flora nativa mexicana, Villaseñor (2016) asienta que en el territorio mexicano existen 23,314 especies de plantas vasculares. Este número de especies coloca a México en el cuarto lugar mundial en riqueza florística y en segundo lugar por especies endémicas, sólo superado por Sudáfrica. De acuerdo con INEGI (<http://mapserver.inegi.gob.mx>), existen siete grandes grupos de vegetación, desde los tipos acuáticos y subacuáticos, hasta los matorrales desérticos, con un total de 35 subdivisiones.

Por otra parte, la llegada del hombre al Continente Americano hace más de 30,000 años, la formación de numerosos grupos étnicos, el desarrollo de vastas culturas en la región Mesoamericana en general y en México en particular (Castillo, 2004) y la práctica de la agricultura a lo largo de 10,000 años sustentada por la diversidad florística nativa, han desempeñado un papel importante en la domesticación, dispersión y conservación de las especies endémicas cultivadas que hoy conocemos. Algunas de estas plantas de origen mesoamericano, región donde México ocupa la porción más importante, han hecho una contribución muy significativa a la agricultura y alimentación mundiales; entre algunas de estas plantas destacan maíz, frijol, chile, calabaza, algodón, tabaco, cacao, aguacate, etc. Perales y Aguirre (2008) señalan que, de las 128 especies vegetales cultivadas más importantes en el mundo incluidas en la lista de la FAO, el 10 % fueron domesticadas en México. En este aspecto es importante resaltar lo ocurrido con jitomate, hortaliza de origen andino y de relevancia mundial, cuya domesticación se llevó a cabo en México (Peralta y Spooner, 2007; Razifard *et al.*, 2020).

1.4. PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS

Las especies nativas de interés antropocéntrico registradas en las estadísticas agrícolas nacionales de 2019 son 64 (Figura 1), correspondiendo 29 a cultivos anuales y 35 a plantas perennes (SIAP, 2020). Este grupo de por sí numeroso, no incluye a muchas especies de interés regional o con algún valor de uso en las comunidades locales (Martínez *et al.*, 2001; Mejía y Espinoza, 2003). En frutales Segura *et al.*, (2018), consignan la existencia de 53 especies nativas cultivadas en México.

Las variadas condiciones agroecológicas existentes en nuestro país, han permitido la introducción, adaptación y cultivo de 192 especies; de éstas, 101 corresponden a cultivos anuales y 91 a especies perennes (Figura 1). Las especies cultivadas introducidas son superiores en número (300 %), en superficie cosechada (104.6 %), en producción obtenida (719.1 %) y en valor de la producción (125.9 %), en relación a las especies de origen nativo (Figura 2 y 3). Este gran número de especies anuales y perennes, no sólo han ampliado de manera significativa la diversidad de las plantas cultivadas y las opciones de siembra para los productores, sino que contribuyen de manera altamente significativa a satisfacer la demanda interna y externa de alimentos y productos, y al valor de la producción agrícola nacional.

Los Cuadros 1, 2, 3 y 4 muestran la importancia económica de las 256 especies de plantas cultivadas en México, tanto nativas, como introducidas (Figura 1). Si se considera que el 95 % del total de las calorías para la alimentación humana mundial provienen de 30 cultivos mayores (FAO, 1998), el número de 256 especies de plantas cultivadas en México con diferentes propósitos, es en verdad grande y diversificado. De acuerdo con SIAP (2020), en 2019 se cosecharon 19.361 millones de hectáreas (Figura 2), con un valor total de la producción de 676,256 millones de pesos (Figura 3).

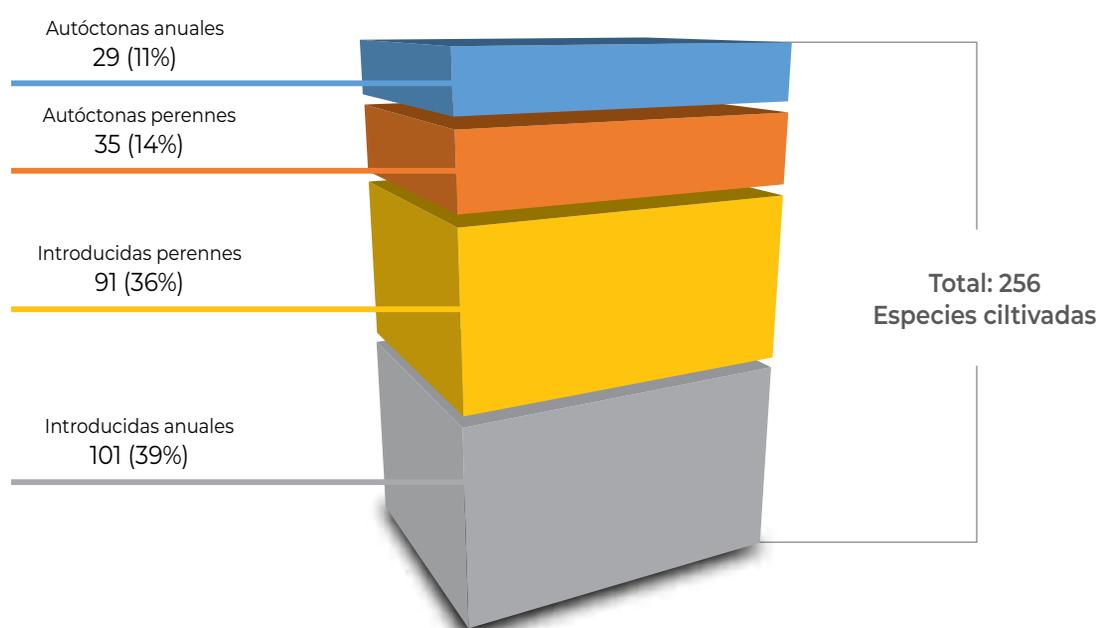


Figura 1. Número de especies de plantas cultivadas en México, autóctonas e introducidas. Año 2019. SIAP, 2020.

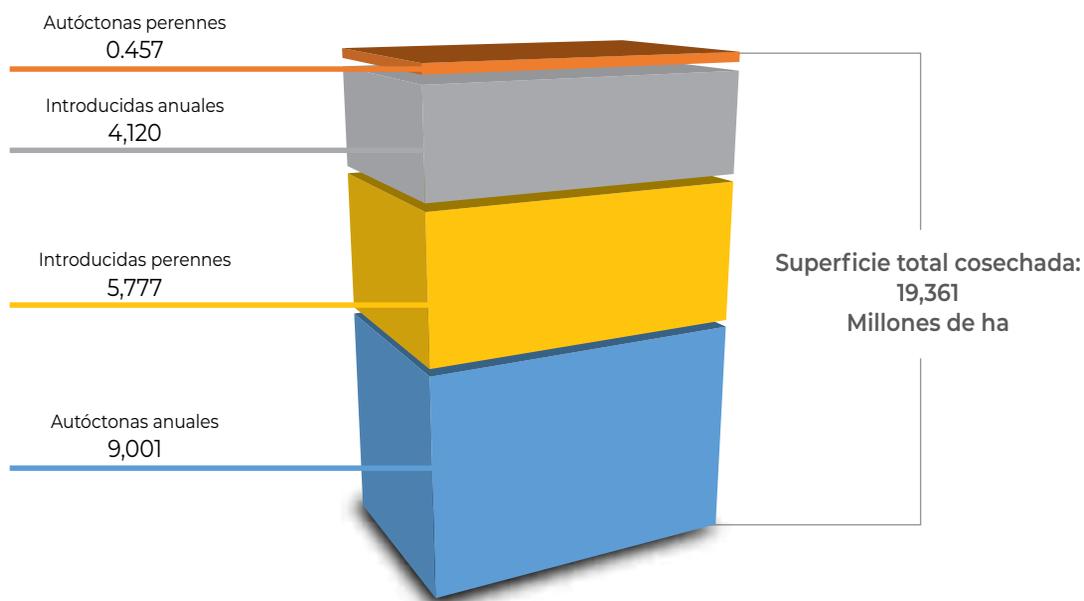


Figura 2. Superficie cosechada en millones de hectáreas, de las especies de plantas cultivadas en México, autótonas e introducidas. Año 2019. SIAP, 2020.

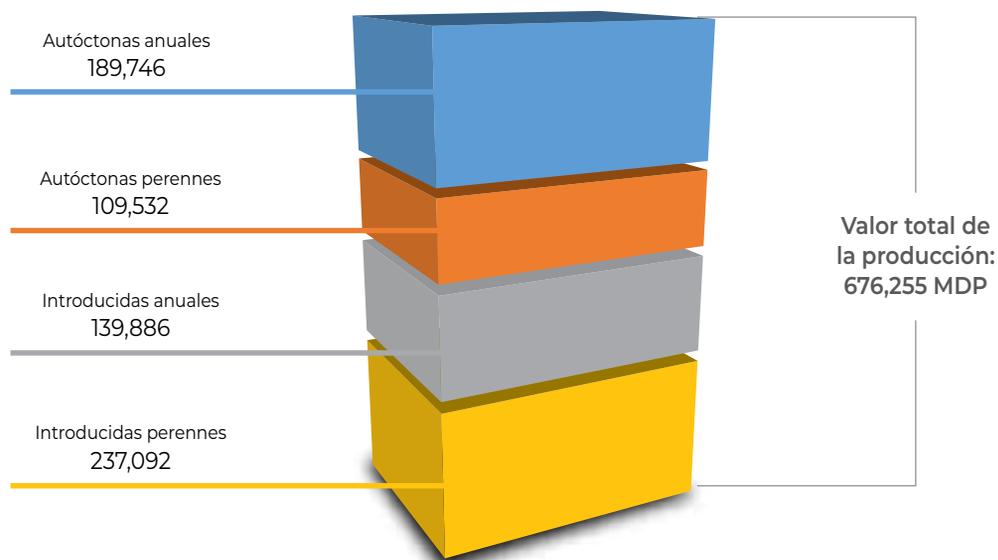


Figura 3. Valor de la producción en millones de pesos (MDP) de las especies de plantas cultivadas en México, autótonas e introducidas. Año 2019. Fuente: SIAP, 2020.

Con el propósito de hacer un análisis con mayor detalle de la contribución e importancia de las especies de plantas cultivadas, en el documento se hace un agrupamiento considerando en primer nivel a las especies autótonas e introducidas. En un segundo nivel, se considera el agrupamiento en anuales y perennes.

Es importante señalar que algunas de las especies consideradas como autótonas, no son exclusivas del territorio nacional; se extienden a la región natural conocida como Mesoamérica. Este es el caso de los cultivos de maíz, frijol, chile, chayote, papaya, aguacate, algodón, cacao, calabaza, etc., cuya dispersión se extiende a los países

centroamericanos; por otra parte, poblaciones nativas de amaranto, girasol, nopal, nogal, etc., se distribuyen hasta el sur de los Estados Unidos de Norteamérica. Adicionalmente, algunos cultivos considerados introducidos como el jitomate, bambú, papa, zarzamora, tienen especies nativas de uso local, pero de poco uso comercial.

1.4.1. Especies autóctonas anuales

Las especies nativas de interés económico registradas en las estadísticas de producción nacionales de 2019, son 64 en total (SIAP, 2020). De éstas, 29 corresponden a cultivos anuales (Cuadro 1), con una superficie cosechada total anual de 9,006,791 hectáreas (46.5 % del total nacional) y un valor de la producción de 189,746 millones de pesos mexicanos, equivalentes a 27.9 % del total nacional anual.

Por superficie cosechada y valor de la producción, el maíz grano y el frijol grano son por mucho los dos cultivos autóctonos de mayor importancia económica en este grupo, con 6.690 millones de hectáreas cosechadas y 106,245 millones de pesos para maíz y 13,040 millones de ha y 13,040 millones de pesos para frijol (Figura 4). Adicionalmente, estas dos especies tienen a México como centro de origen, de diversidad y domesticación (Doebley, 2004; Gepts and Debouck, 1991) y desde tiempos prehispánicos han sido y con seguridad seguirán siendo base económica y alimentaria del pueblo mexicano. El maíz y el frijol, son dos de las grandes aportaciones mesoamericanas a la agricultura y alimentación mundiales; según los informes de FAO (1998), el maíz y el frijol forman parte de los 30 cultivos más importantes en la producción mundial de alimentos; en la tabla de posiciones, el maíz ocupa el primer lugar y el frijol el número 16.

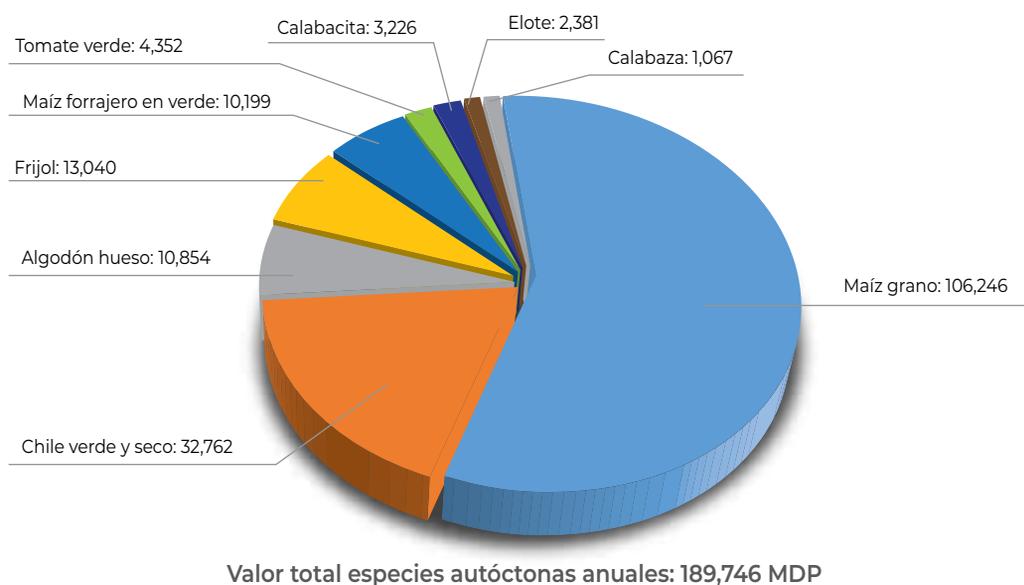


Figura 4. Valor de la producción en millones de pesos (MDP) de las principales especies autóctonas anuales. Año 2019. Fuente: SIAP, 2020.

El maíz está representado en México por 59 razas y múltiples variedades nativas, con diferentes características y usos (Sánchez *et al.*, 2000). Se cultiva en todos los estados de la república y en muy diversas condiciones, con mayor superficie y producción en los estados de Sinaloa, Jalisco, Puebla, México, Chiapas, Michoacán y

Veracruz. Desafortunadamente, la diversidad nativa está sufriendo una severa erosión, entre otros factores por el proceso de adopción de variedades mejoradas, la sustitución del cultivo por otros más remunerativos o por la migración de los campesinos a las ciudades o a los Estados Unidos de Norteamérica. De acuerdo con el INEGI citado por Ortega *et al.* (2003), en los estados de mayor producción de maíz señalados anteriormente, el 70 % de la superficie se siembra con semilla de variedades mejoradas.

El caso del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es similar al del maíz. Presenta una amplia variabilidad genética dentro del acervo genético mesoamericano, tanto de la forma cultivada como de la silvestre. La variabilidad genética se ha organizado en tres grupos raciales: razas Mesoamérica (arbustivos tropicales), Jalisco (trepadores en asociación con maíz) y Durango (arbustivos postrados) (Singh *et al.*, 1991). Se cultiva por igual en todos los estados, destacando por sus aportaciones Zacatecas, Durango, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit y Chiapas (SIAP, 2020). Las variedades mejoradas si bien han sido un factor de incremento de los rendimientos y beneficio para los productores, también han contribuido a la reducción de la diversidad genética de la forma cultivada; es particularmente cierto en las regiones de mejores condiciones de siembra como Sinaloa, Nayarit y Guanajuato y en algunas áreas temporales de Chihuahua, Durango y Zacatecas. En los estados de Jalisco, Michoacán, México y Puebla con grandes áreas dedicadas a frijol asociado con maíz en el pasado reciente, la modernización del cultivo de maíz (uso de semillas mejoradas, herbicidas y mecanización), ocasionaron la salida de la leguminosa del sistema. En frijol, es relevante destacar la enorme variabilidad genética de las formas silvestres de *Phaseolus vulgaris* (Lépiz *et al.*, 2004; Lépiz *et al.*, 2010), así como la existencia de más de 70 especies del género *Phaseolus* en nuestro país (Freytag and Debouck, 2002), de las cuales cinco se han domesticado: *Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *P. acutifolius* y *P. dumosus*. La riqueza genética de las formas silvestres, todavía no está bien representada en los bancos de germoplasma y menos aún evaluada.

Otros cultivos nativos anuales importantes en la alimentación nacional y con una aportación significativa en millones de pesos al valor de la cosecha, en orden descendente son: chile verde y seco (32,761 millones), algodón hueso (10,854 millones), maíz forrajero (10,198 millones), tomate verde (4,352 millones) y calabacita (3,225) (Figura 4).

Entre las especies de menor significado económico por la reducida superficie cosechada y el valor de la cosecha, se pueden señalar las siguientes: amaranto, chíca, chilacayote, epazote, girasol, guaje, huauzontle, pápalo, quelite y romerito. Con excepción de la chíca y girasol, el resto de estas especies son de uso local, consumidas principalmente en el Valle de México y se utilizan en pequeñas porciones como complementos alimenticios o como platillos especiales para días festivos.

1.4.2. Especies autóctonas perennes

El Cuadro 2 muestra el grupo de 35 especies cultivadas perennes de origen mesoamericano. En 2019 se cosecharon 456,731 ha (2.4 % del total nacional), con una producción de 10,288,604 toneladas y un valor de la cosecha de 109,532 millones de pesos (16.2 %) (Figuras 2 y 3). Este grupo de cultivos perennes, mayor en número, se cosecha en menor superficie y su valor de la producción también es menor, en relación a las especies anuales. Sin embargo, destacan de manera especial el aguacate con 215,942 ha en cosecha y un valor de la producción de 49,481 millones de pesos; el agave tequilero con una superficie plantada de 120,897 ha, superficie cosechada de 24,265 ha y un valor de la producción de 30,458 millones de pesos (Figura 5). En este grupo destaca también la zarzamora, pues con 12,900 ha cosechadas alcanza un valor

de la producción de 13,068 millones de pesos. La zarzamora registra especies nativas en México que se aprovechan localmente y para la producción comercial como cultivo protegido (invernaderos, túneles), se usan variedades mejoradas.

Es importante señalar el alto grado de vulnerabilidad genética a que están sujetos los cultivos de aguacate y agave tequilero, por la uniformidad de las poblaciones de siembra y la alta vulnerabilidad potencial al ataque de nuevas enfermedades o razas de los patógenos ya existentes. En el caso de aguacate variedad Hass que se reproduce vegetativamente a través de injerto, se trata de una población con alto grado de uniformidad genética, equivalente a un clon. Por lo que respecta al agave tequilero, el caso es similar; se depende de una sola especie (*Agave tequilana* Weber var. *azul*) y prácticamente de un solo cultivar altamente uniforme, el cual se reproduce vegetativamente a través de rizomas que forman hijuelos.

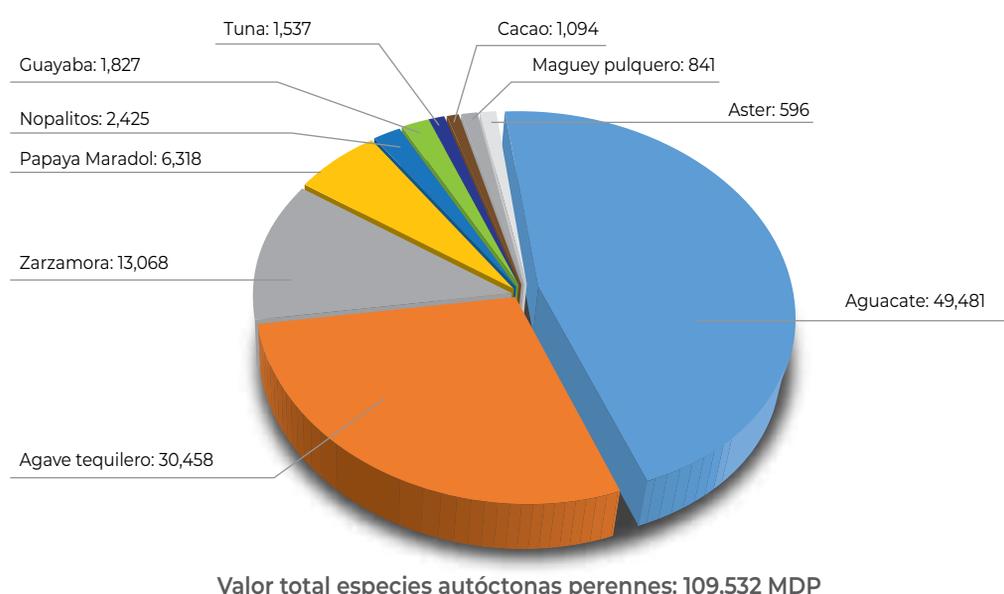


Figura 5. Valor de la producción en millones de pesos (MDP) de las principales especies autóctonas perennes. Año 2019. Fuente: SIAP, 2020.

En este grupo llama la atención el cacao, pues con una superficie en cosecha de 58,527 ha y un volumen de producción de 28,452 t en 2019, registra un valor de la cosecha de apenas 1,094 millones de pesos; este valor, se debe a una combinación de bajos rendimientos (0.486 t/ha) y bajos precios del producto (38,450 pesos/t). Por otra parte, algunos cultivos con poca superficie cosechada, sobresalen por las producciones alcanzadas y el valor de la cosecha; entre estas especies destacan papaya, nopalitos y guayaba. Estos cultivos de alta productividad, muestran una tendencia de mayor demanda, por lo que se espera un crecimiento de las áreas sembradas y de las cosechas producidas.

En forma similar a las especies anuales, en el grupo de cultivos perennes mesoamericanos, las estadísticas registran un número de especies de poca importancia económica actual; este es el caso del guamúchil, capulín, achiote, orquídeas, chirimoya y tejocote. No se puede predecir un incremento significativo en la producción de estas especies en un futuro cercano.

Cuadro 1. Importancia económica de las especies autóctonas anuales cultivadas en México. Año 2019.
Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SIAP, SIACON, 2020.

No	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
1	<i>Agave amica</i>	Nardo ¹	336	330,485	83,878	Guerrero, México, Morelos, Oaxaca, Puebla, Veracruz
2	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	Amaranto	3,192	5,548	42,655	Puebla, Tlaxcala, México
3	<i>Amaranthus</i> spp.	Quelite	28	308	1,501	Sonora
4	<i>Begonia heracleifolia</i>	Begonia	9	1,724,020	17,168	Ciudad de México
5	<i>Capsicum annum</i>	Chile verde y seco	149,577	2,717,394	32,761,549	Zacatecas, Chihuahua, San Luis Potosí, Sinaloa, Veracruz, Guanajuato, Michoacán
6	<i>Capsicum chinense</i>					
7	<i>Chenopodium berlandieri</i>	Huauzontle	411	4,611	14,945	Puebla, Tlaxcala, Morelos
8	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chay o chaya	3	25	326	Campeche, Yucatán
9	<i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber	Calabaza semilla o chihua	52,179	31,681	1,036,636	Campeche, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Sonora, Tabasco
10	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Chilacayote	87	1,423	6,386	Morelos, México
11	<i>Cucurbita maxima</i>	Calabaza	7,109	131,292	1,066,658	Campeche, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Sonora, Tabasco
12	<i>Cucurbita pepo</i>	Calabacita	26,833	547,852	3,225,821	Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Sonora.
	<i>Cucurbita pepo</i>					
13	<i>Dahlia</i> spp.	Dalia ³	5	308,000	4,872	Ciudad de México, Tlaxcala, Nuevo León, Puebla y Estado de México.
14	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Epazote	166	1,834	5,628	Puebla, Tlaxcala, México
15	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Nochebuena ³	288	19,358,081	662,904	Morelos, Puebla, Michoacán, Ciudad de México
16	<i>Fuchsia thymifolia</i>	Aretillo ³	5	649,706	8,516	Ciudad de México, México
17	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón hueso	207,246	916,984	10,854,447	Chihuahua, Baja California, Coahuila, Tamaulipas, Sonora
18	<i>Helianthus annus</i>	Girasol flor ¹	652	263,721	79,506	México, Baja California
		Girasol	2,779	4,913	34,906	Jalisco, Guanajuato, Sonora, Tamaulipas
19	<i>Pachyrhizus erosus</i>	Jicama	7,823	219,004	783,931	Nayarit, Guanajuato, Veracruz, Morelos
		Semilla de jicama	11	13	2,764	Nayarit
20	<i>Phaseolus coccineus</i>	Frijol	1,207,395	879,404	13,040,180	Zacatecas, Durango, Chihuahua, San Luis Potosí, Sinaloa, Nayarit, Chiapas, Guanajuato
21	<i>Phaseolus lunatus</i>					
22	<i>Phaseolus vulgaris</i>					
21	<i>Phaseolus lunatus</i>	Frijol xpelón	298	965	5,581	Yucatán, Quintana Roo, Campeche
22	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Ejote	8,458	81,161	630,806	Morelos, Hidalgo, Sinaloa, Puebla
		Semilla de frijol	1,266	1,969	49,702	Sinaloa, Chihuahua, Nayarit
23	<i>Physalis ixocarpa</i>	Tomate verde	41,660	830,274	4,352,370	Sinaloa, Zacatecas, Puebla, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, México, Sonora
24	<i>Porophyllum linaria</i>	Pipicha	40	125	345	Puebla
25	<i>Porophyllum ruderale</i>	Pápalo	392	5,625	13,722	Guerrero, Puebla, Morelos
26	<i>Salvia hispánica</i>	Chía	2,967	195,192	791,595	Jalisco
27	<i>Suaeda torreyana</i>	Romerito	407	3,776	16,912	Ciudad de México, México
28	<i>Tagetes erecta</i>	Zempoalxóchitl	2,186	2,835,847	99,564	Guanajuato

No	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
29	<i>Zea mays subsp. mays</i>	Elote	64,374	971,444	2,381,467	Puebla, Morelos, Jalisco, Colima, Quintana Roo, Sinaloa.
		Maíz forrajero en verde	508,117	15,569,847	10,198,617	Jalisco, Zacatecas, Durango, México, Chihuahua, Aguascalientes, Coahuila
		Maíz grano	6,690,449	27,228,242	106,245,747	Sinaloa, Jalisco, Puebla, México, Chiapas, Michoacán, Puebla, Veracruz
		Maíz palomero	223	596	3,785	Tamaulipas
		Semilla de maíz grano	19,820	118,844	1,220,587	Guanajuato, Nayarit, Sinaloa, Jalisco
Total			9,006,791	75,940,206	189,745,977	

¹ Producción expresada en gruesas (cantidad de artículos equivalente a doce docenas=144 piezas/flores/ramas) (595,769)

² Producción expresada en manojo (Un manojo es una brazada y todo lo que cabe, porción de cosas que se puede coger con la mano) y ramo (506,780)

³ La producción se expresa en número de plantas (24,348,633)

Producción expresada en toneladas (50,489,024)

Producción total (toneladas, gruesas, manojos, plantas) (75,940,206)



Cuadro 2. Importancia económica de las especies autóctonas perennes cultivadas en México. Año 2019.
Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SIAP, SIACON, 2020.

No	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
1	<i>Agave fourcroydes</i>	Henequén	7,869	6,815	97,925	Yucatán, Tamaulipas
2	<i>Agave tequilana</i> <i>Wever, var. azul,</i>	Agave	24,265	1,787,124	30,458,367	Jalisco, Guanajuato, Oaxaca, Nayarit
3	<i>Agave angustifolia</i>					
4	<i>Agave vivipara</i>	Zapupe	715	11,440	17,664	Veracruz
5	<i>Agave salmiana</i>	Maguey pulquero	2,683	171,483	840,935	Hidalgo, Tlaxcala, México, Puebla
6	<i>Agave spp.</i>	Maguey	119	1,862	9,408	Hidalgo
		Maguey forrajero	2,372	27,703	10,538	Coahuila, San Luis Potosí
7	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	36	247	1,701	Michoacán, Morelos
8	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	3,176	30,791	248,170	Nayarit, Michoacán, Colima
9	<i>Aster moranensis</i>	Aster ²	9	208,264	214,388	Ciudad de México, Guerrero, Puebla
10	<i>Bixa orellana</i>	Achiote	619	741	21,232	Yucatán, Quintana Roo, Tabasco
11	<i>Carica papaya</i>	Papaya	18,839	1,083,133	6,317,819	Veracruz, Oaxaca, Colima, Michoacán, Chiapas
12	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	928	5,522	23,996	Puebla, Jalisco, Ciudad de México
13	<i>Hylocereus undatus</i>	Pitahaya	1,496	9,029	172,324	Quintana Roo, Yucatán, Puebla
14	<i>Jatropha curcas</i>	Jatropha	229	603	2,094	Morelos, Puebla
15	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	658	8,115	33,460	Morelos, Puebla
16	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopalitos	12,523	891,821	2,425,004	Morelos, Ciudad de México, >México, Tamaulipas, Michoacán
		Tuna	43,765	468,100	1,537,199	México, Zacatecas, Hidalgo, Jalisco, San Luis Potosí, Guanajuato
17	<i>Opuntia spp.</i>	Nopal forrajero	16,267	167,710	70,980	Coahuila, Zacatecas, Aguascalientes
18	<i>Persea americana</i>	Aguacate	215,942	2,300,889	49,481,377	Michoacán, Jalisco, Nayarit, Morelos, Guerrero, Oaxaca
19	<i>Phalaenopsis spp.</i>	Orquídeas ³	46	168,310	20,367	Ciudad de México, Jalisco, México, Morelos, Tamaulipas
19	<i>Pinus ayacahuite</i>	Árbol de navidad	798	509,054	221,494	México, Puebla, Ciudad de México
20	<i>Pinus greggii</i>					
22	<i>Abies religiosa</i>					
23	<i>Cupressus lindleyi</i>					
24	<i>Pinus cembroides</i>	Piñón	1,393	1,696	137,219	Puebla, Veracruz
25	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2	7	88	Nayarit
26	<i>Pouteria sapota</i>	Zapote	1,889	13,724	57,041	Campeche, Oaxaca, Yucatán, Veracruz, Chiapas, Michoacán
27	<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	Capulín	57	185	1,249	Puebla, Veracruz, México

No	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
28	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	22,433	307,598	1,827,167	Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas
29	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho ²	109	167,567	8,371	Ciudad de México, Jalisco, México, Morelos
30	<i>Rubus spp.</i>	Zarzamora	12,900	298,024	13,068,299	Michoacán, Jalisco, Colima
31	<i>Sechium edule</i>	Chayote	2,967	195,192	791,595	Veracruz, Michoacán, Jalisco
32	<i>Stenocereus queretaroensis</i>	Pitaya	1,557	5,807	108,180	Oaxaca, Jalisco, Puebla
33	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	58,527	28,452	1,094,399	Tabasco, Chiapas, Guerrero
34	<i>Vanilla planifolia</i>	Vainilla	862	522	43,408	Veracruz, Oaxaca, Puebla
35	<i>Varias especies</i>	Plantas de ornato ³	681	1,411,074	168,946	Puebla
TOTAL			456,731	10,288,604	109,532,404	

¹ Producción expresada en gruesas (cantidad de artículos equivalente a doce docenas=144 piezas/flores/ramas) (0)

² Producción expresada en manojo (Un manojo es una brazada y todo lo que cabe, porción de cosas que se puede coger con la mano) y ramo (375,831)

³ La producción se expresa en número de plantas (1,579,384)

Producción expresada en toneladas (8,333,389)

Producción total (toneladas, gruesas, manojos, plantas) (10,288,604)

1.4.3. Especies introducidas anuales

Del total de 256 especies cultivadas en México, 192 corresponden a cultivos introducidos a Mesoamérica, 101 de ciclo anual y 91 perennes (Figura 1), con 9,897,877 ha cosechadas (51.1 % del total nacional) y 376,977 millones de pesos del valor de la producción (55.7 %). Estos datos señalan la importancia de las especies introducidas y su contribución a la economía y alimentación nacionales. (Figuras 2 y 3).

Las 101 especies introducidas anuales se muestran en el Cuadro 3. Este numeroso grupo de cultivos se cosecha en 4,120,399 ha anuales, equivalentes al 21.3 % del total nacional, con un valor de la producción de 139,885 millones de pesos (Figura 6), iguales al 20.7 % de la participación nacional.



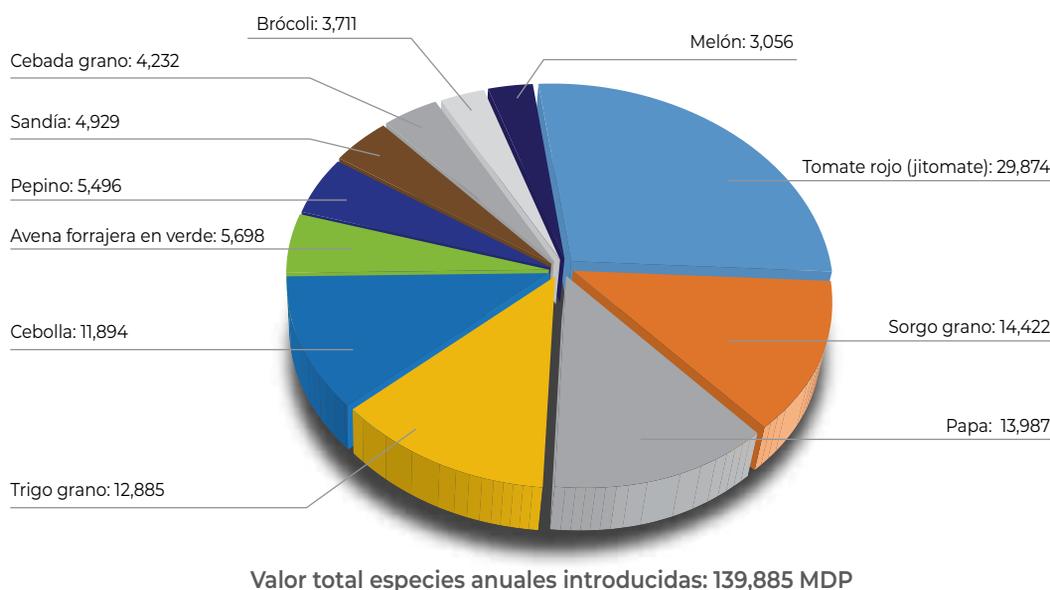


Figura 6. Valor de la producción en millones (MDP) de pesos de las principales especies anuales introducidas. Año 2019. Fuente: SIAP, 2020.

De acuerdo con los datos estadísticos, por el valor de la producción, el jitomate es por mucho la especie más importante del grupo de cultivos anuales introducidos, con un valor de la producción de 29,874 millones de pesos en apenas 46,257 ha. Como se mencionó en párrafos previos, el jitomate es de origen andino, pero su domesticación se realizó en México. La historia de la domesticación del tomate rojo involucra dos transiciones principales: la primera de *Solanum pimpinellifolium* L. silvestre a un intermedio semidomesticado *S. lycopersicum* L. var. *cerasiforme* (SLC) en América del Sur. SLC migró a través del norte de Sudamérica y América Central hasta México donde ocurrió una segunda transición de SLC a *S. lycopersicum* L. var. *lycopersicum*, especie actualmente cultivada (Blanca *et al.*, 2015; Délices *et al.*, 2019; Razifard *et al.*, 2020). La segunda transición ocurrida fue efecto de la domesticación realizada en México, país donde persiste *S. lycopersicum* L. var. *cerasiforme* y donde la diversidad genética de formas silvestres y de variedades nativas se conserva en uso (Mercer y Perales, 2010). Igualmente, desde México ocurrió la dispersión de la forma cultivada a la mayor parte de los países del mundo.

Otras especies anuales introducidas importantes por la superficie cosechada y el valor de la producción, son el sorgo para grano con 1.325 millones de hectáreas y 14,422 millones de pesos; papa con 58,442 ha y 13,987 millones; trigo para grano, con 586,543 ha y 12,885 millones de pesos. Los cultivos de cebolla, avena forrajera y pepino, contribuyen cada uno con más de 5,000 millones de pesos a la economía nacional.

Es importante señalar que la especie de papa cultivada tiene su origen en el Centro Andino de Diversidad y que en México existen 28 especies silvestres de *Solanum* sección *Petota*. *Solanum cardiophyllum* y *S. ehrenbergii* se comercializan para consumo humano en el Altiplano Potosino y *S. cardiophyllum*, *S. ehrenbergii* y *S. stoloniferum* se cultivan bajo riego en la región semiárida de Los Altos de Jalisco (Villa y Rodríguez, 2010).

Es importante destacar también que granos como arroz, avena y soya, de gran contenido nutricional y base de la alimentación de muchos pueblos, no tienen la relevancia que podrían registrar en México. Probablemente

no tenemos la cultura de alto consumo de estos productos de mucho valor energético y nutricional, pero sí la necesidad y las condiciones agroclimáticas favorables para su cultivo con niveles de productividad razonables.

Otros cultivos anuales introducidos que podrían tener una mayor participación a la producción nacional de alimentos, son el garbanzo y el cártamo, fuentes de proteínas y aceites, respectivamente. Estas especies sembradas en otoño-invierno, son relevantes por la poca humedad que requieren para su cultivo, pudiendo cultivarse en muchos sitios con humedad residual de las lluvias o inmediatamente después de otros cultivos como arroz de riego. Por otra parte, vale la pena señalar que el cultivo de plantas para flores ha ganado importancia en México; en este rubro destaca la producción de flores de crisantemo, gladiola y azucena.

1.4.4. Especies introducidas perennes

El Cuadro 4 presenta la lista de las 91 especies perennes introducidas cultivadas en México. Este grupo de especies se cosecha en 5,777,478 ha con un valor de la producción de 237,092 millones de pesos anuales, equivalentes al 29.8 y 35.1 % del total nacional, respectivamente.

En el grupo de cultivos perennes introducidos destaca la caña de azúcar, con una superficie cosechada de 781,568 ha y un valor de la producción de 45,899 millones de pesos, equivalente a 19.4 % del total de su grupo (Figura 7). Se produce principalmente en Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Oaxaca, Tamaulipas, Tabasco y Chiapas. El cultivo de la caña practicado desde la época de la colonia, se utiliza en menor escala también para consumo directo, para la elaboración de piloncillo y como forraje, empleando para ello cultivares diferentes. El rendimiento promedio nacional es de 72 t/ha, de 80 t/ha en el mundo y su rendimiento potencial de 805 t/ha (CONADESUCA, 2016). Su bajo rendimiento en México se debe en buena parte al uso de variedades antiguas poco eficientes, seleccionadas en los años 60´s y 70´s del Siglo pasado por el desaparecido IMPA en 1990. Las variedades CP-72-2086, Mex 69-290 y Mex 70-431, ocupan el 70 % de la superficie sembrada. Instancias como el CP, INIFAP y CIDCA en años recientes, han hecho algunos trabajos de selección, que esperamos se reflejen en un futuro inmediato. También el manejo agronómico es poco eficiente.

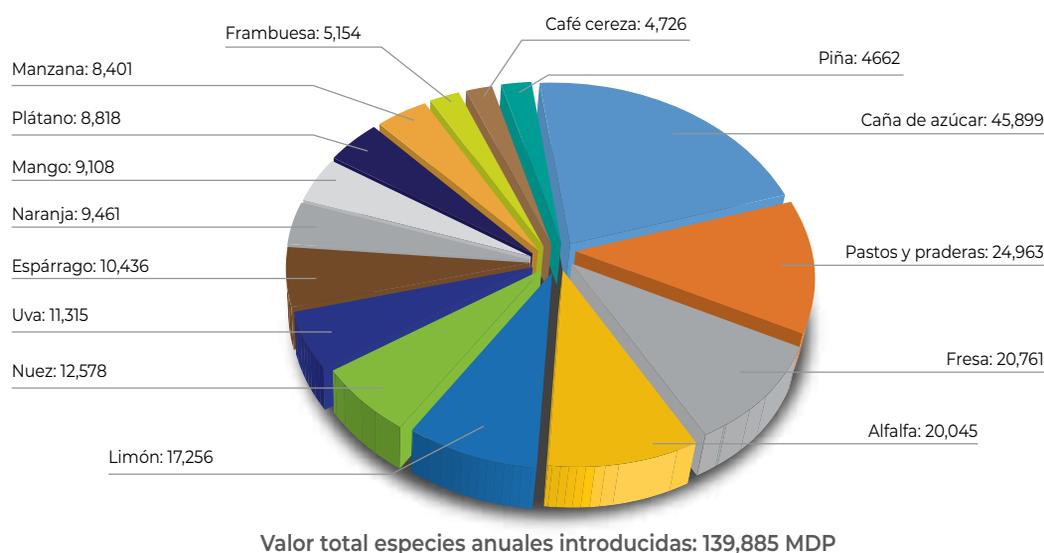


Figura 7. Valor de la producción en millones de pesos (MDP) de las principales especies perennes introducidas. Año 2019. Fuente: SIAP, 2020.

Otras especies perennes importantes por el valor de la producción, son alfalfa (20,045 millones de pesos) en Chihuahua, Hidalgo, Guanajuato, Sonora y Puebla; limón (17,265 millones) en Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Tabasco; Nuez (12,578 millones) en Chihuahua, Coahuila y Sonora; uva (11,315 millones) en Sonora, Baja California, Zacatecas y Aguascalientes; espárrago (10,436 millones) en Sonora, Guanajuato, Baja California). Todos estos cultivos muestran una aportación mayor a los 10,000 millones de pesos anuales en cada caso.

Algunas de las especies anuales y perennes introducidas hace 500 años o un poco después, han desarrollado numerosos ecotipos locales con características propias. La variación genética adicional se ha generado a través de un proceso de adaptación a las nuevas condiciones y de selección o mejoramiento empírico practicado por los productores. Se podría aseverar que algunas de las especies introducidas, han generado un centro secundario de diversidad; este podría ser el caso del mango, limón, durazno, sorgo, cebolla, haba, etcétera, especies que desde el punto de vista de recursos fitogenéticos, deberían merecer mayor atención

Cuadro 3. Importancia económica de las especies introducidas anuales cultivadas en México. Año 2019. Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SIAP, SIACON, 2020.

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
1	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Ocra (angú o gombo)	4,387	42,207	187,765	Tamaulipas, Morelos, Guerrero
2	<i>Agaricus bisporus</i>	Hongos, setas y champiñones	58	16,104	441,471	México, Guanajuato, Queretaro
3	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	Albricia ³	67	1,147	2,794	Puebla
4	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla	47,952	1,487,102	11,893,871	Guanajuato, Chihuahua, Baja California, Puebla, Zacatecas, Tamaulipas
5	<i>Allium porrum</i> L.	Porro (leek)	289	4,668	28,146	Puebla, Baja California, Sinaloa, Sonora
6	<i>Allium sativum</i> L.	Ajo	6,807	82,910	1,386,790	Guanajuato, Zacatecas, Sonora, Puebla, Baja California
7	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	Chives/Cebollín	22	113	1,152	Baja California Sur, Baja California
8	<i>Anethum graveolens</i> L.	Eneldo	3	5	90	Baja California Sur, Sonora
9	<i>Antirrhinum majus</i> L.	Flor perrito ¹	100	913	1,352	Puebla, Guerrero
10	<i>Apium graveolens</i> L.	Apio	1,754	72,751	459,226	Guanajuato, Baja California, Sonora, Puebla
11	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Cacahuete	47,532	81,413	1,022,885	Sinaloa, Chiapas, Puebla, Chihuahua, Guerrero
		Semilla de cacahuete	181	520	10,400	Chihuahua
12	<i>Artemisia dracunculul</i>	Tarragón	23	85	1,847	Baja California Sur, Baja California
13	<i>Avena sativa</i> L.	Avena forrajera en verde	696,708	10,485,608	5,698,122	Chihuahua, Baja California, Aguascalientes
		Avena grano	48,590	100,672	486,244	Chihuahua, México, Tlaxcala, Baja California
		Semilla de avena grano	3,678	11,552	70,189	Chihuahua, Durango
14	<i>Bellis perennis</i> L.	Margarita ²	49.48	535,585	15,095	Durango, Guerrero, México, Yucatán
15	<i>Beta vulgaris</i> L.	Betabel	1,047	20,964	117,528	Puebla, Jalisco, Baja California
16	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>Cicla</i>	Acelga	825	12,258	53,409	Puebla, México, Tlaxcala, San Luis Potosí, Ciudad de México
17	<i>Brassica napus</i> L.	Canola	2,879	1,968	14,994	Tamaulipas, México, Tlaxcala
		Canola forrajera	2	37	36	Tlaxcala

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
18	<i>Brassica napus</i> L. <i>oleifera</i>	Colza	9	133	162	Puebla
19	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gemmifera</i> Zenker	Col de bruselas	1,672	26,455	343,261	Baja California, Baja California Sur, Sonora
20	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck	Brócoli	34,472	614,437	3,711,324	Guanajuato, Puebla, Sonora, Querétaro, Aguascalientes
21	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>alboglabra</i> (L.H.Bailey) Musil.	Gai lan (kay laan)	570	7,374	97,301	Sinaloa, Nayarit
22	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	Coliflor	4,332	102,987	490,695	Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Michoacán
23	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.	Col (repollo)	6,115	203,986	599,023	Puebla, Chiapas, Guanajuato, Michoacán
24	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i> L.	Kohlrabi	210	4,120	17,572	Sinaloa
25	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i> L.	Kale	83	1,366	11,398	Sonora, Baja California, Guanajuato
26	<i>Brassica pekinensis</i> (Lour.) Rupr.	Napa	204	5,949	36,795	Baja California Sur, Puebla, Sinaloa
27	<i>Brassica rapa</i> var. <i>rapa</i> L.	Nabo	123	1,964	6,255	Puebla, Michoacán
		Nabo forrajero	592	7,847	7,460	Hidalgo, México
28	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>chinensis</i> (L.H.Bailey) Hanelt.	<i>Baby back choi</i> , <i>Baby bok choi</i> , <i>Baby pak choi</i>	310	3,546	53,146	Sinaloa, Nayarit
		<i>Shanghai-bok-choi</i>	23	219	1,327	Nayarit
		<i>Yu-choi</i> = <i>Pack choi</i>	97	1,550	5,611	Nayarit
29	<i>Cajanus cajan</i>	Frijol forrajero	2,000.00	14,000.00	13,427.54	Michoacán
30	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Cártamo	27,828	51,655	360,412	Sonora, Jalisco, Sinaloa, Michoacán
		Cártamo forrajero en verde	1,138	16,493	15,728	Jalisco
31	<i>Celosia argentea</i> var. <i>cristata</i> = <i>Celosia cristata</i>	Terciopelo (mano de león) ²	291	537,552	223,572	Durango, Guanajuato, Puebla, México, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Sonora
32	<i>Chamaemelum nobile</i> L.	Manzanilla	795	1,822	15,314	México, Puebla, Morelos
33	<i>Chrysanthemum</i> spp.	Crisantemo ^{2y3}	2,679	12,092,916	1,825,002	Guerrero, México, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala
		Polar ¹	154	454,926	72,273	México, Morelos
		Pompón ¹	6	8,546	1,271	México
		Shop suey	226	307	3,024	Nayarit
34	<i>Cicer arietinum</i> L.	Garbanzo forrajero	10,824	47,824	44,287	Jalisco, San Luis Potosí, Guanajuato
		Garbanzo grano	95,818	202,846	2,468,525	Sinaloa, Sonora, Michoacán, Guanajuato
		Garbanzo porquero	1,429	2,006	4,926	Jalisco, Guanajuato
35	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. et Nakai	Sandía	39,347	1,345,705	4,928,648	Sonora, Veracruz, Guerrero, Nayarit, Chihuahua, Jalisco
36	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro	6,935	100,343	486,637	Puebla, Baja California, Aguascalientes, Zacatecas
		Semilla de cilantro	96	131	3,139	Baja California, Yucatán
37	<i>Cucumis melo</i> L.	Melón	19,838	627,135	3,055,905	Coahuila, Sonora, Guerrero, Michoacán
38	<i>Cucumis sativus</i> L.	Pepino	16,115	826,485	5,496,413	Sinaloa, Michoacán, Sonora, Guanajuato

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
39	<i>Cuminum cyminum</i> L.	Comino	27	29	1,134	Guanajuato
40	<i>Cyclamen persicum</i> Mill.	Cyclamen ³	14	2,169,355	53,537	Ciudad de México, México
41	<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i> (L.) Fiori	Alcachofa	174	2,387	29,870	Guanajuato, Michoacán, México, Puebla
42	<i>Daucus carota</i> L.	Zanahoria	11,750	353,750	1,164,565	Puebla, Guanajuato, Zacatecas, México
43	<i>Erysimum cheiri</i> (L.) Crantz	Alhelí ¹	660	310,642	25,656	Ciudad de México
44	<i>Geranium</i> spp.	Geranio ³	39.75	7,019,370	76,558	Ciudad de México, México
45	<i>Gladiolus</i> spp.	Gladiola ¹	4,638	5,172,939	1,333,326	Puebla, México, Morelos, Michoacán
46	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	Soya	145,994	232,680	1,594,952	Tamaulipas, Campeche, San Luis Potosí, Chiapas, Sinaloa
		Semilla de soya	824	2,136	38,455	Chihuahua, Sonora, Chiapas
47	<i>Gypsophila paniculata</i>	Nube ²	792	623,683	58,724	Ciudad de México, Guerrero, Hidalgo, Mexico Michoacán, Puebla y San Luis Potosí
48	<i>Hibiscus tea</i>	Jamaica	18,400	7,890	294,289	Guerrero, Michoacán, Oaxaca
49	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Cebada forrajera en verde	12,141	282,168	144,926	Sonora, Hidalgo, Guanajuato, Zacatecas, Coahuila
		Cebada grano	357,994	964,083	4,232,198	Hidalgo, Guanajuato, Tlaxcala, México, Puebla, Zacatecas
		Semilla de cebada grano	4,196	23,436	169,291	Guanajuato
50	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	Hortensia ³	3	853,727	26,594	México
51	<i>Impatiens</i> spp.	Belén ³	8	1,543,562	15,031	Ciudad de México, México
52	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Camote	3,104	59,358	314,748	Michoacán, Guanajuato, Veracruz, Chihuahua
53	<i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelsér & Meijden	Cineraria ³	14	1,982,543	21,798	Ciudad de México, México
54	<i>Kalanchoe</i> spp.	Calancoe ³	9	1,135,239	12,453	Ciudad de México, México
55	<i>Kochia scoparia</i> L. Schrad	Coquia	40	1,800	4,920	Puebla
56	<i>Lactuca sativa</i> L.	Lechuga	20,778	515,647	2,082,423	Guanajuato, Zacatecas, Puebla, México
57	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.	Bangaña	5	35	187	Morelos
58	<i>Lens culinaris</i> Medik	Lenteja	8,204	9,469	85,948	Michoacán, Guanajuato
59	<i>Lilium candidum</i> L.	Lilium (azucena) ^{1y3}	290.83	1,971,565	323,306	México, Veracruz, Yucatán
60	<i>Limonium sinuatum</i>	Statice ²	362	803,051	20,266	México
		Limonium (siempreviva) ²	24	1,167,813	47,963	México
61	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Linaza	9	8	78	Puebla
62	<i>Luffa aegyptiaca</i> P. Mill.	Estropajo	313	264	7,300	Veracruz, Guerrero
63	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Yuca alimenticia	2,101	27,153	103,974	Tabasco, Morelos, Michoacán
64	<i>Mentha X piperita</i> L. (pro. sp.)	Menta	28	133	2,247	Baja California, Baja California Sur, Puebla
65	<i>Momordica charantia</i> L.	Melón amargo	83	3,479	48,002	Nayarit, Sinaloa
66	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Tabaco	6,817	16,952	666,046	Nayarit, Veracruz, Chiapas
		Plantero de tabaco ³	54	246,915,638	295,300	Nayarit
67	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahaca	388	3,103	49,231	Baja California Sur, Morelos, Nayarit
68	<i>Origanum majorana</i> L.	Mejorana	30	75	820	Baja California Sur, México

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
69	<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz palay	38,518	245,217	1,115,065	Nayarit, Campeche, Michoacán, Colima, Jalisco, Veracruz
70	<i>Pennisetum glaucum</i> L.	Mijo	20	276	157	San Luis Potosí
71	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nyman ex A. W. Hill	Perejil	309	4,893	38,812	Baja California, Puebla, Sonora
72	<i>Petunia</i> Juss	Petunia ³	16	2,455,193	28,886	Ciudad de México, México
73	<i>Phalaris canariensis</i> L.	Alpiste	1	2	14	Coahuila, Oaxaca
74	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Anís	137	188	7,438	Guanajuato
75	<i>Pisum sativum</i> L.	Arvejón	1,481	1,967	17,181	Puebla, Veracruz, Hidalgo
		Chicharo	11,472	60,493	545,158	México, Puebla, Baja California, Hidalgo
76	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	420	5,474	26,361	Morelos, Ciudad de México
77	<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>sativus</i>	Rábano	2,402	55,641	360,097	Puebla, Baja California, Jalisco, Sonora
78	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	34	119	660	Sonora, Baja California, Nayarit
79	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	51	310	3,026	México, Baja California Sur, Baja California
80	<i>Salvia officinalis</i> Hoffm.	Salvia	24	79	1,606	Baja California Sur, Puebla, Baja California
81	<i>Secale cereale</i> (L.) M. Bieb.	Centeno grano	8	14	52	Tlaxcala
82	<i>Sesamum indicum</i> L.	Ajonjolí	81,873	57,811	1,116,143	Sinaloa, Guerrero, Michoacán, Chiapas, Oaxaca
83	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate rojo (jitomate)	46,257	3,441,639	29,874,008	Sinaloa, Michoacán, Jalisco, Baja California Sur, Baja California
84	<i>Solanum melongena</i> L.	Berenjena	2,333	185,234	1,593,732	Sinaloa, Nayarit, Sonora
85	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Papa	58,442	1,783,896	13,987,174	Sinaloa, Sonora, Puebla, Veracruz, México, Nuevo León
		Semilla de papa	556	15,851	221,121	Sinaloa, Sonora
86	<i>Solidago canadensis</i> L.	Solidago ²	58	2,330,343	49,470	México, Guerrero
87	<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench	Semilla de sorgo grano	15	65	796	Michoacán
		<i>Sorgo forrajero en verde</i>	144,410	3,285,205	1,971,932	Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán
		<i>Sorgo grano</i>	1,324,783	4,352,947	14,422,126	Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Puebla, Morelos
88	<i>Sorghum vulgare</i> , var. <i>Bicolor</i>	<i>Sorgo escobero</i>	1,959	6,300	38,582	Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León
89	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Espinaca	2,447	38,736	201,149	Guanajuato, Baja California, Puebla, México
90	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo	39	119	2,076	Puebla, Baja California Sur
91	<i>xTriticosecale</i> Wittmack	Triticale forrajero en verde	15,955	450,518	296,347	México, Jalisco, Querétaro, Chihuahua, Guanajuato, Durango
		Triticale grano	8,197	23,039	85,934	México, Tlaxcala
		Semilla de triticale grano	452	1,838	23,897	México
92	<i>Triticum aestivum</i> L. emend. Fiori et Paol.	Trigo forrajero verde	913	16,244	26,449	Durango, Sonora, Coahuila
		<i>Trigo grano</i>	586,543	3,244,062	12,884,647	Sonora, Guanajuato, Sinaloa, Baja California, Michoacán, Jalisco, Nuevo León
		<i>Trigo ornamental</i> ^P	20	11,028	189	Puebla
		<i>Semilla de trigo grano</i>	12,289	75,463	537,989	Sonora, Guanajuato, Baja California, Sinaloa, Michoacán
93	<i>Tulipa</i> spp.	<i>Tulipán holandés</i> ³	2	326,700	9,089	Ciudad de México
94	<i>Varias especies</i>	Semilla de flores	25	25	170	Baja California

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
95	<i>Varias especies</i>	Espicias y medicinales	110	693	3,333	Morelos, Baja California
96	<i>Vicia faba</i> L.	Semilla de haba	5	3	121	México
		Haba grano	20,644	30,568	387,074	Puebla, Veracruz, Tlaxcala
		Haba verde	11,397	71,785	406,248	México, Puebla, Tlaxcala
97	<i>Vicia sativa</i> L.	Ebo (janamargo o veza)	7,774	97,230	73,565	Michoacán, México, Puebla
98	<i>Viola tricolor</i> L.	Pensamiento	11	1,726,469	13,101	Ciudad de México, México
99	<i>Xerochrysum bracteatum</i>	Inmortal ²	15	21,525	533	México
100	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	Alcatraz ¹	17	5,678	2,072	Baja California, México
101	<i>Zingiber officinale</i> Rosc.	Jenjibre	372	3,860	73,787	Puebla, Oaxaca
TOTAL			4,120,399	328,881,110	139,885,507	

¹ Producción expresada en gruesas (cantidad de artículos equivalente a doce docenas=144 piezas/flores/ramas) (18,080,594)

² Producción expresada en manojo (Un manojo es una brazada y todo lo que cabe, porción de cosas que se puede coger con la mano) y ramo (6,030,581)

³ La producción se expresa en número de plantas (268,066,475)

Producción expresada en toneladas (36,703,461)

Producción total (toneladas, gruesas, manojos, plantas) (328,881,110)

Cuadro 4. Importancia económica de las especies introducidas perennes cultivadas en México. Año 2019.
Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SIAP, SIACON, 2020.

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
1	<i>Acacia coulteri</i>	Palo de arco	5	150	473	Baja California Sur
2	<i>Agapanthus africanus</i> (L.) Hoffmanns	Agapando ¹	183	112,578	25,287	Morelos, México
3	<i>Aloe vera</i>	Sábila	5,434	212,761	129,435	Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Puebla
4	<i>Alstroemeria pelegrina</i>	Alstroemeria ¹	73	506,346	62,474	México
5	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	1,340	3,563	18,810	Campeche, Chiapas
6	<i>Ananas comosus</i>	Piña	22,585	1,041,161	4,661,590	Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Nayarit
7	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	3,176	30,791	248,170	Nayarit, Michoacán, Colima, Guerrero
8	<i>Annona squamosa</i>	Saramuyo	49	432	3,295	Yucatán
9	<i>Anthurium andreanum</i>	Anturios ¹	1	1,405	2,453	Guerrero
10	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jaca (jackfruit)	1,505	26,641	200,303	Nayarit, Veracruz, Jalisco
11	<i>Asparagus officinalis</i>	Espárrago	30,842	272,202	10,436,362	Sonora, Guanajuato, Baja California, Baja California Sur
12	<i>Aster</i> spp.	Aster ²	194	5,468,526	601,910	México, Morelos
13	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambolo	65	565	3,977	Michoacán, Jalisco, Colima, Morelos
14	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	1,492	8,029	47,689	Guerrero, Michoacán, Nayarit, Veracruz
15	<i>Ceratonina siliqua</i> L.	Algarrobo ³	66	261	2,216	Baja California

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
16	<i>Chamaedorea elegans</i>	Palma de ornato ³	7	1,860	235	Baja California, Baja California Sur, Jalisco
17	<i>Howea forsteriana</i>					
18	<i>Chloris gayana</i>	Pastos y praderas ⁴	2,487,154	52,069,062	24,963,157	Yucatán, Jalisco, Oaxaca, Nuevo León, Guerrero
19	<i>Brachiaria spp.</i>					
20	<i>Panicum máximum</i>					
21	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	2	12	50	Yucatán, Morelos
22	<i>Citrus x aurantifolia</i>	Lima	2,661	40,857	280,865	Jalisco, Puebla, Durango, Michoacán
23	<i>Citrus x paradisi</i>	Toronja (pomelo)	19,592	488,776	1,666,831	Veracruz, Michoacán, Tamaulipas, Nuevo León
24	<i>Citrus x tangerina</i>	Tangerina	12,823	196,816	523,473	Veracruz, Puebla
25	<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón	180,914	2,660,971	17,256,029	Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Tabasco, Tamaulipas
26	<i>Citrus nobilis</i>	Mandarina	21,471	289,595	883,274	Veracruz, Puebla, Nuevo León, San Luis Potosí
27	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	329,561	4,736,715	9,460,847	Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León, Puebla, Tabasco, Sonora, Hidalgo
28	<i>Citrus x tangelo</i>	Tangelo	5,225	120,318	417,189	Veracruz, Baja California
29	<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Clyptoria</i>	5	88	86	
30	<i>Cocos nucifera</i>	<i>Coco fruta</i>	14,969	190,465	632,942	Sinaloa, Michoacán, Jalisco, Oaxaca, Quintana Roo
		<i>Copra</i>	124,414	236,518	2,019,358	Guerrero, Colima, Tabasco, Oaxaca, Michoacán, Veracruz
31	<i>Coffea arabica</i>	Café cereza	629,300	900,215	4,725,662	
32	<i>Colocasia esculenta</i>	Malanga	482	36,128	159,822	Veracruz
33	<i>Cydonia oblonga</i>	Membrillo	582	5,144	51,206	Durango, Zacatecas, Jalisco
34	<i>Cymbopogon citratus</i>	Té limón	35	126	198	Puebla, Oaxaca
35	<i>Cynara scolymus L.</i>	Alcachofa	174	2,387	29,870	Baja California
36	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Clavel ¹	593	4,291,717	855,751	México, Baja California
37	<i>Diospyros kaki</i>	Persimonia	4	54	849	Sonora
38	<i>Elaeis oleifera</i>	Palma africana o de aceite	85,530	1,194,210	1,685,959	Chiapas, Tabasco, Campeche
39	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	14	74	210	México, Guerrero
40	<i>Eucalyptus cinerea</i>	Dólar ^{1y2}	60	295,248	4,563	
41	<i>Ficus carica</i>	Higo	1,322	9,466	214,846	Morelos, Baja California, Sur, Veracruz, Puebla
42	<i>Fragaria x ananassa</i>	Fresa	16,761	95,707,117	20,760,775	Michoacán, Tlaxcala, Jalisco
43	<i>Garcinia mangostana</i>	Mangostán	21	36	2,538	Chiapas
44	<i>Gerbera spp.</i>	Gerbera ¹	121	1,382,976	459,755	México, Baja California
45	<i>Hevea brasiliensis</i>	Hule hevea	27,242	79,979	845,810	Veracruz, Chiapas, Tabasco, Oaxaca
46	<i>Juglans regia</i>	Nuez	102,068	171,368	12,577,774	Chihuahua, Coahuila, Sonora
		Viveros de nuez ³	91	2,557,791	558,696	Chihuahua, Nuevo León
47	<i>Litchi chinensis</i>	Litchi	4,040	25,990	420,193	Veracruz, San Luis Potosí, Puebla, Oaxaca, Sinaloa
48	<i>Macadamia integrifolia</i>	Macadamia	1,363	2,532	54,183	Chiapas, Puebla, Veracruz

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
49	<i>Malus domestica</i>	Manzana	52,981	761,483	8,401,087	Chihuahua, Durango, Puebla, Coahuila, Nuevo León
		Viveros de manzana ³	36	1,080,670	69,807	Chihuahua
50	<i>Manguifera indica</i>	Mango	193,528	2,089,041	9,108,416	Chiapas, Nayarit, Sinaloa, Guerrero, Michoacán, Oaxaca
51	<i>Medicago sativa</i> L.	Alfalfa	388,921	23,790,511	20,045,214	Chihuahua, Hidalgo, Guanajuato, Sonora, Puebla, Baja California, Coahuila, San Luis Potosí, Zacatecas
52	<i>Mentha spicata</i>	Hierbabuena	37	477	2,475	Puebla, Tlaxcala Morelos
53	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	50	407	2,615	Nayarit, Guerrero, Jalisco
54	<i>Moringa oleifera</i>	Moringa	405	1,327	13,035	Michoacán, Puebla
55	<i>Musa × paradisiaca</i>	Hoja de plátano (velillo)	2,414	44,742	77,511	Veracruz, Quintana Roo
		Plátano	79,593	2,399,490	8,818,484	Chiapas, Veracruz, Tabasco, Michoacán, Colima
56	<i>Nephelium lappaceum</i>	Rambután	890	10,021	125,304	Chiapas, Oaxaca, Tabasco
57	<i>Olea europaea</i> L.	Aceituna	5,460	25,422	187,621	Baja California, Sonora, Tamaulipas
58	<i>Origanum vulgare</i>	Orégano	62	148	2,788	Oaxaca, Baja California Sur, México
59	<i>Passiflora edulis</i>	Maracuyá	657	7,333	71,731	Veracruz, Nayarit, Jalisco, Guerrero
60	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto tapete ⁴	877	8,459,441	220,883	Baja California, Baja California Sur, Jalisco, Morelos, Guerrero, Nayarit, Nuevo León
61	<i>Stenotaphrum secundatum</i>					
62	<i>Phoenix dactylifera</i>	Dátil	1,769	12,365	715,043	Sonora, Baja California, Baja California Sur
63	<i>Phyllostachys aurea</i>	Bambú	343	4,842	12,193	Puebla, Sinaloa
64	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth					
65	<i>Bambusa oldhamii</i>					
66	<i>Piper nigrum</i>	Pimienta	3,243	9,384	136,855	Veracruz, Tabasco, Chiapas Puebla
67	<i>Pistacia vera</i>	Pistache	107	39	3,481	Chihuahua, Baja California
68	<i>Polygonum tuberosum</i>	Nardo ¹	336	330,485	83,878	Morelos, México, Oaxaca, Guerrero,
69	<i>Prunus armeniaca</i>	Chabacano	185	967	8,206	Puebla, Zacatecas, Guerrero, Ciudad de México
70	<i>Prunus avium</i>	Cereza	39	92	6,824	Puebla, Chihuahua
71	<i>Prunus domestica</i>	Ciruela	13,101	72,902	445,454	Michoacán, Chiapas, Sinaloa, Puebla, Jalisco
72	<i>Prunus persica</i>	Durazno	25,202	158,942	1,672,917	Zacatecas, Michoacán, Puebla, Chiapas, México, Chihuahua
		Viveros de durazno ³	3	59,155	1,775	Chihuahua
73	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	94	180	1,782	Nayarit
74	<i>Punica granatum</i>	Granada	974	7,144	68,993	Morelos, Oaxaca, Guanajuato, Hidalgo
75	<i>Pyrus communis</i>	Pera	3,702	25,979	106,231	Puebla, Michoacán, Morelos, Chiapas
76	<i>Pyrus malus</i>	Perón	275	2,504	22,954	Veracruz, Zacatecas, Michoacán

No.	ESPECIE	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCIÓN (t)	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Miles de pesos)	ESTADOS PRINCIPALES
77	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	34	119	660	Baja California, Sonora, Nayarit
78	<i>Rosa moschata</i>	Rosa ^{1y3}	1,690	12,960,827	2,096,260	México, Puebla, Morelos, Querétaro
79	<i>Rosa californica</i>					
80	<i>Rosa gallica</i>					
81	<i>Rosa damascena</i>					
82	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	51	310	3,026	México, Baja California Sur, Baja California
83	<i>Rubus idaeus</i>	Frambuesa	7,028	128,848	5,154,041	Jalisco, Michoacán, Baja California
84	<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	781,568	58,894,344	45,899,418	Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Oaxaca, Tamaulipas, Tabasco, Chiapas
		Caña de azúcar otro uso	14,416	439,715	358,313	San Luis Potosí, Hidalgo, Guerrero
		Semilla de caña de azúcar	13,008	980,496	749,565	Veracruz, Tamaulipas, Tabasco, Jalisco, Oaxaca
85	<i>Solidago virgaurea</i>	Solidago ²	58	2,330,343	49,470	México, Guerrero
86	<i>Stevia rebaudiana</i>	Stevia	20	207	4,828	Nayarit, Campeche, Sonora
87	<i>Strelitzia reginae</i>	Ave del paraíso ¹	192	90,079	27,817	Michoacán, México
88	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	8,729	47,960	327,388	Jalisco, Colima, Guerrero, Michoacán
89	<i>Trifolium repens</i>	Trébol	34	1,233	1,014	Michoacán
90	<i>Vaccinium spp.</i>	Arándano	4,319	48,999	2,713,811	Jalisco, Michoacán, Sinaloa, Colima
91	<i>Vitis vinifera</i>	Uva	35,436	489,140	11,315,473	Sonora, Baja California, Zacatecas, Aguascalientes
TOTAL			5,777,478	291,148,135	237,092,081	

¹ Producción expresada en gruesas (144 unidades) y ²Producción en manojos (porción de unidades en una mano) (23,765,185)

³ La producción se expresa en número de plantas (24,348,633)

⁴ Producción expresada en m² (7,705,081)

Producción expresada en toneladas (199,149,365)

Producción total (toneladas, gruesas, manojos, plantas) (291,148,135)

1.5. ESPECIES POTENCIALES

Si se considera el gran número de especies cultivadas comercialmente en México y la diversidad de ambientes climáticos, resulta obvio pensar que existen algunas combinaciones idóneas con alto potencial para incrementar la producción. Igualmente, la demanda nacional creciente de alimentos o del mercado internacional en este mundo globalizado, nos llevan a pensar que, en más de una de las 256 especies cultivadas en México, existen oportunidades para promover su cultivo y producción. El estudio de los cultivos potenciales, en cada caso deberá completarse con análisis de oferta y demanda, así como de los costos de producción, especialmente si se contempla el mercado internacional.

1.5.1. Especies Autóctonas

En el país hay demanda de carbohidratos y proteínas para la alimentación humana y animal; cultivos como elote, amaranto, girasol, chayote, guayaba, jatropha y guaje forrajero, ofrecen posibilidades para incrementar su producción. Igualmente, especies que en años pasados fueron de gran importancia, como el cacao, el henequén y la vainilla, ofrecen una posibilidad de rescate para la producción nacional o internacional. Estas especies nativas por ahora de baja participación al valor de la producción nacional, con una promoción de consumo o utilización, podrían incrementar su demanda.

Las especies nativas para la producción de bebidas como agave tequilero (*Agave tequilana* Weber var. *azul*), agave mezcalero (*A. angustifolia*) y agave raicillero (*Agave maximiliana* y *A. inaequidens*), tienen potencial en el mercado internacional, ámbito donde sigue creciendo la demanda. En estas especies es necesario hacer una planificación y proyección de siembras para evitar las crisis recurrentes que se han registrado en años pasados en el agave tequilero. En el caso del agave mezcalero, la tecnificación del sistema de producción y el mejoramiento y mantenimiento de la calidad del mezcal, estimularían la producción y la demanda nacional e internacional de la bebida. Los agaves para elaborar raicilla, bebida con denominación de origen en Jalisco y con demanda creciente, por ahora son de recolección en la mayoría de los casos y la producción de la bebida es mediante métodos artesanales de poca eficiencia.

Las cactáceas son un gran grupo de plantas nativas mexicanas, con un total de 669 especies (SEMARNAT, 2016; <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/cactaceas-riqueza-natural-de-mexico>) utilizadas para consumo, pero también como de ornato. Entre las especies comestibles destacan los nopalitos y tunas; estos cultivos ofrecen posibilidades de crecimiento, tanto en el mercado nacional, como el internacional. Los nopalitos registran la mayor producción y consumo en los estados del centro del país; las tunas se cultivan mayormente en los estados de Estado de México, Zacatecas, Hidalgo y Jalisco, con más consumo en Ciudad de México y Estado de México. Las cactáceas como ornato, son ampliamente utilizadas, siendo algunas de ellas provenientes de recolección, aspecto que coloca a algunos especímenes en la categoría de amenazados. En este rubro, la competencia internacional es fuerte, con germoplasma sustraído de México; algunas especies regresan al país de origen, en presentaciones novedosas y en grandes volúmenes.

La calabaza es una especie que se aprovecha en variadas formas, se consume como fruto tierno (calabacitas), fruto maduro, semillas, flores y brotes tiernos. Los frutos maduros también se usan como forraje. El producto de mayor consumo son las calabacitas, pudiendo crecer la demanda de frutos maduros, semillas y flores. Es importante señalar que los rendimientos unitarios en calabacita y de frutos maduros, pueden ser hasta de 20 t/ha.

Entre los cereales, el maíz merece la mayor atención, pues además de promover su cultivo y productividad a través de incentivos y tecnología para reducir el gran volumen de importaciones, se debe fomentar la siembra y uso de tipos de maíz para productos específicos con demanda: tortillas suaves, tortillas de color, elotes, pozole, palomitas, totopos, tostadas, tamales, etcétera. Dada la mala calidad de las tortillas que se producen y consumen en las ciudades, está emergiendo la demanda, producción y mercado de tortillas de calidad; éstas, tienen sobreprecio y altas posibilidades de incrementar la demanda. En México no se ha desarrollado la industria elotera; se depende de cultivares propios para producir grano de maíz, que dejan mucho que desear como eloteros; también se depende de variedades introducidas para este propósito. En los mercados populares y supermercados, no hay una presentación novedosa, higiénica, de calidad, ni que

mantenga el producto fresco. Existen razas mexicanas propias para elotes, como el cacahuacintle de los valles altos, los maíces anchos del centro-sur de México y los eloteros occidentales en Jalisco y Michoacán, principalmente.

Entre las especies hortícolas autóctonas se estiman con potencial: el tomate verde, chile verde, chile seco, chile piquín. Se puede incrementar su producción en ambientes favorables para el mercado nacional, pero también para el mercado hispano en los Estados Unidos. Como todas las hortalizas, deberán buscar las ventanas de menor oferta y mayor precio en los mercados respectivos, así como el mejoramiento de la calidad e inocuidad de estos alimentos.

Algunas de las especies nativas cultivadas de interés local o regional, que no se registran en las estadísticas de producción nacionales y que tienen potencial de incrementar su producción, podrían ser: la papa güera (*Solanum cardiophyllum*), hongos comestibles (varias especies), chipilín (*Crotalaria longirostrata*), *Agave palmeri* para la elaboración de bacanora, aguacates criollos de alto contenido de aceites y otros más.

1.5.2. Especies Introducidas

Productoras de carbohidratos. La papa es un cultivo de altos rendimientos unitarios, generalmente de buenos precios en el mercado mexicano, pero de bajo consumo per cápita y en la mayoría de los casos en forma industrializada; el consumo de papa fresca en sopas, purés, guisos y como complemento del platillo principal, formas de alto valor alimenticio, es muy limitado. Sería deseable promover una mayor productividad y producción, la reducción de precios al consumidor y un mayor consumo de este tubérculo.

La yuca alimenticia merece atención especial por ser un cultivo un tanto desconocido en México para la alimentación humana, animal y de uso industrial; es un cultivo de alta producción, de más de 30 t/ha en las regiones tropicales húmedas y bajo un buen manejo agronómico. Con una buena promoción del consumo y tecnología aceptable, la yuca puede transformarse en un cultivo de mayor importancia en la producción de carbohidratos en las áreas tropicales.

Ornamentales. En el mercado nacional las flores tienen mucha tradición y demanda; no obstante, son un producto de alto costo y en muchas ocasiones de mala calidad. Se hace necesario buscar y diversificar los sitios de plantación, para mejorar los volúmenes de producción, la calidad y precio; igualmente, producir las flores más cerca de los mercados nacionales importantes; además de reducir los costos de transporte, se ofrecería producto fresco. Países latinoamericanos con fuerte presencia en el mercado internacional, son Colombia y Ecuador, con flores de alta calidad y a precios reducidos; por ahora, no será fácil competir con flores en el ámbito internacional.

Frutales. Tienen potencial en el mercado internacional, frambuesa, zarzamora y arándano. Los estados de Jalisco y Michoacán están incursionando con éxito en el mercado internacional con frambuesa, zarzamora y arándano; la producción es en condiciones de ambiente protegido (túneles), con buen manejo y excelentes rendimientos. Por ahora el mercado nacional no ha sido de interés, pero seguramente también ofrece posibilidades. Las nueces en los estados del norte, la uva en el noroeste y centro-norte del país y dátil en el noroeste de México, son especies de cultivo con posibilidades de crecimiento.

1.6. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Los datos estadísticos de producción agrícola considerados para la elaboración del Capítulo I del Informe Nacional 2006 sobre los RFAA en México, fueron del año 2003. Para el mismo capítulo del informe actual, se consideraron los del año 2019. En el periodo de 16 años transcurridos entre los dos informes, han ocurrido cambios relevantes en las variables referentes a número de especies sembradas, superficie cosechada, cosecha obtenida y valor de la producción.

El Cuadro 5 muestra un resumen de los valores registrados en las variables señaladas correspondientes a los años de 2003 y 2019. En las cuatro variables hubo cambios hacia el incremento. El número de especies cultivadas pasó de 229 a 256, con un incremento de 27 taxa (11.8 %). Hubo un buen número de especies en flores como alhelí, áster, geranio, gerbera, hortensia, azucena, margarita y otras. También cultivos nuevos en hortalizas, entre los más importantes están alcachofa, apio, cilantro, espinaca, hongos, gai lan, etc. En cultivos para grano o forraje, destacan alpiste, ebo y triticale forrajero. En frutales se han incluido entre otra, aceituna, arándano, carambolo, dátil, higo y en especies aromáticas o medicinales, destacan albahaca, pimienta, comino, jengibre y manzanilla. Se incluye también como importante y en crecimiento, el cultivo de bambú. Un buen número de las especies señaladas como nuevas en 2019, en realidad ya se cosechaban en 2003; posiblemente las estadísticas no las incluían por su poca superficie cosechada o su baja aportación al valor de la producción nacional.

La superficie total cosechada mostró un incremento de 1.442 millones de ha, al registrar 17.919 en 2003 y 19.361 en 2019 (8.1 %). No obstante, las especies de cultivos anuales tanto autóctonos como introducidos, mostraron una reducción, de 1.134 millones de ha para el primer caso y 0.421 para el segundo. En cultivos anuales nativos, el maíz y frijol han contribuido mayormente al decremento. En ambas especies la superficie cosechada mostró una clara tendencia a la baja entre 2003 y 2019; el maíz registró 7.522 y 6.690 millones de ha (-0.832) y el frijol, 1.904 y 1.207 (-0.697) millones de ha para los años de referencia, respectivamente. La reducción de la superficie cosechada en los cultivos básicos de maíz y frijol, obedece a varios factores. Una causa importante ha sido el cambio de uso de suelo en áreas agrícolas de alto potencial, a zonas residenciales o industriales; ejemplos valles de Chalco y de Toluca en el Estado de México; áreas circundantes a las ciudades de León, Irapuato y Celaya, en Guanajuato; valles de Zapopan, Toluquilla y de Banderas, en Jalisco. También la reducción obedece a la sustitución de siembras de maíz por frutillas, agave y caña de azúcar, principalmente.

Por su parte, los cultivos perennes autóctonos, mostraron un incremento significativo, al pasar de 283,895 ha en 2003 a 456,731 ha en 2019 (160.9 %). Especies que contribuyeron a este incremento fueron aguacate, agaves tequilero y mezcalero, nopales para tuna, forraje y nopalitos, papaya y zarzamora. Igualmente, la superficie cosechada de especies perennes introducidas, mostró un crecimiento altamente significativo, al registrar 2.953 millones de ha en 2003 y 5.777 ha en 2019, incremento equivalente a 195.6 %. Los cultivos que incrementaron de manera importante la superficie cosechada fueron pastos y praderas, caña de azúcar, fresa, limón, mango, nuez y palma africana.

En volumen de la producción nacional, los valores son de 152.246 millones de toneladas en 2003 y de 706.258 millones en 2019. En esta variable, en 2019 las estadísticas de superficie total cosechada incluyen como toneladas a las unidades en que se contabilizan algunos productos; gruesas (gruesa = 12 docenas = 144 piezas),

en la mayoría de los casos de flores; manojos (porción de unidades que se pueden coger en una mano), en statice, mano de león, trigo ornamental; número de plantas producidas de petunia, en viveros de manzana, nuez, plantero de tabaco; m², en pasto tapete y praderas. En la parte inferior de los Cuadros 1, 2, 3 y 4, se muestran los valores totales de este tipo de unidades. La estimación del número de estas unidades en especies de flores, hierbas, plantas de vivero y pastos, es de 414.582 millones. Restando estas unidades al total de 706.258 millones, quedarían 291.675 millones de toneladas como producción para 2019. Con este ajuste, las toneladas cosechadas en 2019 superan en 139.429 millones a las obtenidas en 2003, cantidad equivalente al 91.7 % del total cosechado en 2003.

En volumen de producción, el maíz grano mostró un claro incremento, al registrar 20.703 y 27.228 millones de toneladas y el frijol grano una baja significativa, con valores de 1.414 y 0.879 millones de toneladas en 2003 y 2019, respectivamente. En maíz, los rendimientos unitarios se han incrementado de 2,750 kg/ha a 4,070 y en frijol, han permanecido sin cambios significativos de 740 y 730 kg/ha. Recordar que en el norte-centro de México, donde se siembra más de un millón de ha de frijol de temporal, se perdieron por sequía 205,000 ha en 2019 y los rendimientos unitarios también resultaron afectados.

Por lo que concierne al valor de la producción, en 2003 se obtuvieron 171,567 millones de pesos y en 2019, 676,256 millones. En valor de la producción, sin hacer el ajuste a valores reales equivalentes, el valor de la producción en valores nominales en 2019 fue significativamente superior al valor de esta variable registrado 2003. Con un ajuste del valor acumulado de la inflación en el periodo 2003 a 2019 de 66.19 %, la estimación del valor de la producción en términos reales en 2019, sería de 228,642 millones de pesos anuales, equivalentes a un incremento del 133.3 %.

Cuadro 5. Datos estadísticos de la producción agrícola por tipo de especies cosechadas en los años de 2003 y 2019. SIAP/SIACON, 2020.

NÚMERO DE ESPECIES COSECHADAS			
GRUPO DE ESPECIES	AÑO 2003	AÑO 2019	DIFERENCIA
Autóctonas anuales	24	29	5
Autóctonas perennes	26	35	9
Total autóctonas	50	64	14
Introducidas anuales	108	101	-7
Introducidas perennes	71	91	20
Total introducidas	179	192	13
TOTAL (A + I)	229	256	27
SUPERFICIE COSECHADA (ha)			
GRUPO DE ESPECIES	AÑO 2003	AÑO 2019	DIFERENCIA
Autóctonas anuales	10,141,228	9,006,791	-1,134,437
Autóctonas perennes	283,895	456,731	172,836
Total autóctonas	10,425,123	9,463,522	-961,601
Introducidas anuales	4,541,606	4,120,399	-421,207
Introducidas perennes	2,953,002	5,777,478	2,824,477
Total introducidas	7,494,608	9,897,877	2,403,269
TOTAL (A + I)	17,919,731	19,361,399	1,441,668

PRODUCCIÓN OBTENIDA (t)			
GRUPO DE ESPECIES	AÑO 2003	AÑO 2019	DIFERENCIA
Autóctonas anuales	35,197,325	75,940,206	40,742,881
Autóctonas perennes	3,498,701	10,288,604	6,789,903
Total autóctonas	38,696,026	86,228,810	47,532,748
Introducidas anuales	29,889,041	328,881,110	298,992,069
Introducidas perennes	83,661,553	291,148,135	207,486,583
Total introducidas	113,550,594	620,029,245	506,478,651
TOTAL (A + I)	152,246,620	706,258,055	554,011,435
VALOR DE LA PRODUCCIÓN (miles de pesos)			
GRUPO DE ESPECIES	AÑO 2003	AÑO 2019	DIFERENCIA
Autóctonas anuales	58,116,429	189,745,977	131,629,548
Autóctonas perennes	15,083,846	109,532,404	94,448,558
Total autóctonas	73,200,275	299,278,381	226,078,106
Introducidas anuales	45,759,340	139,885,507	94,126,167
Introducidas perennes	52,607,805	237,092,081	184,484,276
Total introducidas	98,367,145	376,977,588	278,610,443
TOTAL (A + I)	171,567,420	676,255,969	504,688,549

1.7. INTERDEPENDENCIA EN RECURSOS FITOGENÉTICOS

Al revisar los datos estadísticos de la FAO relativos a la producción de los cultivos en cada uno de los países del mundo, dos hechos son muy evidentes. El primero, que en todos los países se cultivan no sólo especies autóctonas, sino un buen número de especies introducidas; esta aseveración es particularmente contundente, en los países fuera de los centros de diversidad biológica, como los situados en latitudes mayores del Hemisferio Norte y Hemisferio Sur. Por ejemplo, la producción de alimentos en Australia, Norteamérica y los países del norte de Europa, depende en alto porcentaje de especies introducidas. Los países de Asia Central muestran la menor dependencia (30.8 %; FAO, 1998).

En relación a este punto, México considerado megadiverso y en donde se domesticaron muchas especies (Cuadros 1 y 2), de los 256 taxa que se cultivan comercialmente, sólo 64 son de origen mesoamericano. Es decir, en número de especies para la producción agrícola, alimentaria y otros usos, los mexicanos dependemos en 74.6 % de las especies introducidas; en términos del valor de la producción nacional, los cultivos introducidos aportan el 55.7 %.

El segundo hecho importante en los tiempos actuales de un mundo globalizado, es la existencia de especies de cultivos que son fuentes universales de alimento, tales como trigo, arroz, papa, maíz, tomate, naranja, manzana, café, etcétera. Estas especies pueden ser cultivadas en un país determinado o pueden ser importadas parcial o totalmente de otro. Por ejemplo, la mayoría de las hortalizas y frutas tropicales no pueden cultivarse en los países del norte, por lo que son producidas e importadas de los países tropicales. Esta aseveración también se cumple para algunas especies, en sentido inverso, como manzanas y duraznos.

Por otra parte, se acepta sin discusión que la variación genética entre individuos de una misma especie asegura que el taxón como un todo, puede cambiar y adaptarse en respuesta a las presiones o fuerzas de la selección natural, asegurando de esta manera la sobrevivencia y su evolución. Por ejemplo, si aparece e incrementa una forma virulenta de una enfermedad, muchos individuos pueden ser susceptibles y morir, pero como resultado de la diversidad genética natural dentro de la población, puede haber algunos individuos resistentes o parcialmente resistentes y hábiles para sobrevivir y, por lo tanto, perpetuar la especie. En consecuencia, es importante mantener y conservar la diversidad en los organismos biológicos en los niveles de comunidad, especie y genes (Hawkes, 2000).

Igualmente, los fitomejoradores saben que, a mayor variación genética útil dentro de una población, existen mayores probabilidades de seleccionar genotipos con combinaciones superiores de genes. Cuando un programa de mejoramiento no cuenta con la variabilidad genética deseada en el germoplasma disponible, dicha variabilidad genética y más específicamente los genes requeridos, tendrán que buscarse en otros programas, bancos de germoplasma o centros de diversidad natural.

Existen muchos ejemplos que confirman lo anterior. En trigo en México, el mejoramiento genético se inició alrededor de 1930 con la introducción de variedades procedentes de Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Argentina, Italia y España, para utilizarlas como tales o en programas de cruzamiento y selección para mejorar los trigos locales. A mediados del siglo pasado, se introdujeron variedades con genes para resolver problemas específicos: la variedad Hope con el gen Sr2, de resistencia a la roya del tallo; la variedad Norin 10 de Japón, con los genes Rht1 y Rht2, responsables de los tallos cortos; los genes Lr13, Lr34 y Lr46, para resistencia horizontal de la roya de la hoja; los genes Ppd1 y Ppd2, de insensibilidad al fotoperiodo. Las variedades mejoradas mexicanas de trigo por su alto valor agronómico, amplia adaptación y alto rendimiento, posibilitaron la producción masiva de este cereal en algunos países asiáticos, generando lo que se ha conocido como la Revolución Verde (Villaseñor *et al.* 2004).

En otros cultivos como arroz, se ha introducido a México mucho germoplasma del Instituto Internacional para la Investigación en Arroz (IRRI), principalmente como fuente de resistencia a enfermedades. Las variedades Tetep, Carreón y Dawn, para resistencia a *Pyricularia oryzae*; resistencia a manchado del grano, Apani SML; tolerancia a sequía, Salumpikit, Moroberekan, IRAT 104 (Hernández y Tavitas, 1993). En maíz, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ha desarrollado y distribuido poblaciones mejoradas y líneas endogámicas a muchos programas nacionales. Destacan las líneas autofecundadas CML 311 y CML 312, materiales que han entrado en la formación de muchos híbridos altamente productivos en países de Latinoamérica, Asia, África y Medio Oriente (Córdova y Preciado, 2004).

En frijol, la introducción a nuestro país de progenitores, poblaciones segregantes y líneas principalmente del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se ha traducido en la liberación de numerosas variedades en México, como: Azufrado Tapatío, Negro Huasteco, Negro Tacaná, Flor de Mayo M 38, Bayo INIFAP y Alteño 2000 (Acosta *et al.*, 2004). Por otra parte, Cardona *et al.* (1989), encontraron fuentes de resistencia al gorgojo mexicano del frijol (*Zabrotes subfasciatus* Boheman), en poblaciones silvestres de *Phaseolus vulgaris* colectadas en la región de Arcelia, Guerrero. Los genes responsables de la presencia de arcelina, un tipo de proteína en la semilla que provoca un efecto de antibiosis en los gorgojos, están siendo introducidos a las variedades mejoradas.

Esta reflexión sencilla e inobjetable, nos lleva a concluir que todos los países, sin excepción, tienen una interdependencia de los recursos fitogenéticos tanto para el desarrollo de nuevos cultivares a través del mejoramiento genético, como para la producción de alimentos y otros bienes de origen vegetal. También nos sirve para recordar que la diversidad de los recursos fitogenéticos es un recurso mundial finito, que tiene un valor ético y económico para la humanidad, recurso que está siendo permanentemente erosionado o perdido para la posteridad, por prácticas inadecuadas e insostenibles. En consecuencia, el reto es conocerlo, conservarlo, utilizarlo en forma racional, con equidad, en bien de la presente y futuras generaciones de la humanidad.

1.8. CONCLUSIONES

La combinación de numerosos ambientes climáticos, la diversidad florística nativa y la presencia de grupos humanos desde hace más de 30,000 años, favorecieron la evolución de las plantas, el endemismo y la domesticación de varias especies vegetales en México.

Las 64 especies de plantas cultivadas autóctonas registradas en las estadísticas agrícolas nacionales en 2019, incluyen 29 especies de cultivos anuales y 35 especies perennes. Este numeroso grupo de cultivos nativos no incluye a una gran cantidad de plantas de interés local o con algún valor de uso en las comunidades rurales.

Las especies nativas e introducidas cultivadas en 2019, fueron superiores en número, producción obtenida y valor de la producción, en relación a las especies cultivadas en 2003.

Las especies anuales tanto autóctonas como introducidas cultivadas en 2019, mostraron una tendencia a la baja en superficie cosechada, en tanto que las especies perennes autóctonas como introducidas, mostraron una tendencia al incremento.

Las especies nativas anuales cultivadas, se cosechan en 9,006,791 hectáreas (46.5 % del total nacional), con 75.940 millones de toneladas de producto y un valor de la cosecha de 189,746 millones de pesos mexicanos (28.1 % del total nacional).

El maíz y el frijol son las dos especies autóctonas anuales de mayor importancia económica y social, con 7.897 millones de hectáreas cosechadas y 119,285 millones de pesos del valor de la producción para ambos cultivos, cifras que equivalen al 87.7 % y 62.9 % del total anual de este grupo, respectivamente.

Los cultivos nativos perennes se cosechan en 456,731 ha (2.4 % del total nacional), con una aportación importante al valor de la producción nacional de 109,532 millones de pesos, igual al 16.2 %. El aguacate y los agaves, incrementaron significativamente su participación en este conjunto.

Las 192 especies introducidas registradas en las estadísticas de producción nacional, se cosechan en 9.898 millones de hectáreas (51.1 % del total nacional) y aportan 376,977 millones de pesos al valor de la producción (55.7 %).

El jitomate hortaliza de relevancia mundial, especie anual introducida y domesticada en México, se cosecha en 46,257 ha, con un alto valor de la producción de 29,874 millones de pesos anuales.

El sorgo para grano y forraje es otra especie importante del grupo de cultivos anuales introducidos, con 1.469 millones de hectáreas cosechadas y un valor de la producción de 16,394 millones de pesos.

En el grupo de cultivos perennes introducidos destaca la caña de azúcar, con una superficie cosechada de 781,568 hectáreas y un valor de la producción de 45,899 millones de pesos anuales. A pesar de su alta participación en la agricultura nacional, los productores cañeros siguen utilizando variedades desarrolladas hace 30 años o más.

Entre las especies autóctonas e introducidas con potencial de producción, se encuentran los cultivos de papa, yuca, maíces especiales, zarzamora, ornamentales (flores, cactáceas) y las especies para la producción de bebidas como agave mezcalero, agave tequilero, agave raicillero.

Algunas de las especies introducidas hace 500 años, han desarrollado numerosos ecotipos locales con adaptación propia, a través de un proceso de evolución y mejoramiento empírico. Se podría aseverar que algunas de estas especies, han generado un centro secundario de diversidad en México.

Todos los países sin excepción cosechan y consumen especies introducidas, por lo que se tiene una interdependencia de los recursos fitogenéticos tanto para la producción de alimentos y otros bienes de origen vegetal, como para el desarrollo de nuevos cultivares a través del mejoramiento genético.



REFERENCIAS

- Acosta G., Jorge, H. González R., C. A. Torres., I. Cuellar R., E. Acosta D., E. L. López S., R. A. Pérez S., F. J. Ibarra P. y R. Rosales S. (2004). Impacto de la Genotecnia en el Cultivo de Frijol en México. En: Preciado O., R. E. y S. A. Ríos R. (eds.). *Memoria del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura* (pp. 36-57). Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, Edo. de México.
- Cardona, C., C. E. Poso, J. Kornegay, J. Valor and M. Serrano. (1989). Antibiosis effects of wild dry bean accessions on the Mexican bean weevil and the bean weevil (Coleoptera; Bruchidae). *J. Econ. Entomol.*, 82, 310-215.
- Castillo G., F. (2004). Contribuciones de los Recursos Fitogenéticos a la Genotecnia. En: Preciado O., R. E. y S. A. Ríos R. (eds.). *Memoria del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura* (pp. 10-35). Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, Edo. de México.
- CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). (2019). *Resultados Encuesta Nacional Agropecuaria*. Cámara de Diputados, Ciudad de México.
- CONABIO. (2000). *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. http://www.conabio.gob.mx/institucion/estrategia_nacional/doc-pdf/inicio-enb.
- CONADESUCA (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar). (2016). Nota Técnica Informativa. Ciudad de México. www.conadesuca.gob.mx
- Córdova, H. S. y R. E. Preciado O. (2004). Contribuciones de la Genotecnia desde un ámbito internacional. En: Preciado O., R. E. y S. A. Ríos R. (eds.). *Memoria del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura* (pp. 103-114). Sociedad Mexicana de Fitogenética.
- Délices, G., Leyva Ovalle, O. R., Mota-Vargas, C., Núñez Pastrana, R., Gámez Pastrana, R., Meza, P. A., & Serna-Lagunes, R. (2019). Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Solanaceae) en su centro de origen (sur de América) y de domesticación (México). *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 1023-1036. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/33754/39673>
- Doebley, J. (2004). The Genetics of Maize Evolution. *Annual Review of Genetics*, 38, 37-59. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.genet.38.072902.092425>
- FAO. (1998). *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*.
- FAO. (2011). El Segundo Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo.
- Freytag, G. F. and D. Debouck. (2002). *Taxonomy, Distribution and Ecology of the Genus Phaseolus* (Leguminosae-Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America. BRIT, USA.
- Gepts, P. and D. Debouck. (1991). Origin, domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: van Schoonhoven and O. Voysest. (eds.). *Common Beans. Research for Crop Improvement* (pp 7-43). CAB Internacional.
- Hernández A., L. y L. Tavitas F. (1993). *Arroz*. En: Márquez Sánchez, F. (ED.). *Producción y Genotecnia de Plantas Autógamas* (pp. 25-58). A.G.T. Editores, S.A.
- Hawkes, J. G., N. Maxted and B.V. Ford-Lloyd. (2000). *The ex situ Conservation of Plant Genetic Resources*. Kluwer Academic Publishers.
- Lépez-Ildelfonso, R., R. Ramírez D., J. J. Sánchez G., J. A. Ruiz C. y D. Debouck. (2004). Las especies silvestres de *Phaseolus* L. (PHABACEAE) en la cuenca de los ríos Verde y Santiago y Nevado de Colima, del Occidente de México. *Scientia-CUCBA*, 6(1-2), 91-99.
- Lépez-Ildelfonso, R. y R. Ramírez Delgadillo. (2010). *Los parientes silvestres del frijol en el Occidente de México*. Universidad de Guadalajara.
- Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 283-322). CONABIO.
- Martínez A, M. A., V. Evangelista O, M. Mendoza C., G. Morales G., G. Toledo O. y A. Wong León. (2001). *Catálogo de Plantas Útiles en la Sierra Norte de Puebla*. Cuadernos 27. Instituto de Biología. UNAM.
- Medina G., G., J. A. Ruiz C. y R. Martínez P. (1998). *Los Climas de México*. CIRPAC, INIFAP, SAGAR.
- Mejía M., J. M. y A. Espinoza F. (2003). *Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Mercer, K. L., and Perales, H. R. (2010). Evolutionary response of landraces to climate change in centers of crop diversity. *Evolutionary applications*, 3(5-6), 480-493. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2010.00137.x>
- Molina-Moreno, J. C. y L. Córdova-Téllez (eds.) (2006). Recursos Fitogenéticos en México para la Alimentación y la Agricultura. Informa Nacional 2006. SAGARPA, SOMEFI.
- Ortega P. R., M. A. Martínez A. y J. J. Sánchez G. (2003). Recursos Fitogenéticos Autóctonos. En: Ramírez Vallejo, P., R. Ortega P., A. López H., F. Castillo G., M. Livera M., F. Rincón F. Zavala G. (eds.). *Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional* (pp.27-50). SNICS y SOMEFI.
- Paliwal-Ripusudam L., Gonzalo Granados, Honor Renée Lafitte y Alejandro D. Violic. (2001). *El Maíz en los Trópicos: Mejoramiento y producción*. FAO, Departamento de Agricultura USA.
- Perales H. R. y J. R. Aguirre. (2008). Biodiversidad humanizada. En: *Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 565-603). CONABIO.
- Peralta I.E. and D.M. Spooner. (2007). History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). In: *Genetic Improvement of Solanaceous Crops, Tomato*. M.K. Razdan and A.K. Mattoo (eds.) (pp. 1-27). Science Publishers, Enfield.
- Razifard Hamid, Alexis Ramos, Audrey L. Della Valle, Cooper Bodary, Erika Goetz,
- Elizabeth J. Manser, Xiang Li, Lei Zhang, Sofia Visa, Denise Tieman, Esther van der Knaap, and Ana L. Caicedo. (2020). Genomic Evidence for Complex Domestication History of the Cultivated Tomato in Latin America. *Mol. Biol. Evol.*, 37(4), 1118-1132. <https://doi.org/10.1093/molbev/msz297>.
- Sánchez-González, J. J., M. M. Gudman and C. W. Stuber. (2000). Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.*, 54, 43-59.
- SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México). (2020). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Segura, S., J. Fresnedo, C. Mathuriau, J. López, J. Andrade y A. Muratalla. (2018). The edible fruit species in Mexico. *Genet Resour Crop Evol.*, 65, 1767-1793
- Singh, S. P., P. Gepts and D. Debouck. (1991). Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany*, 45(3), 379-396.
- Villaseñor M., H. E., J. Huerta E., E. Espitia R. M. Camacho C., y E. Solís M. (2004). Contribuciones de la Genotecnia en el Cultivo del Trigo en México. En: Preciado O., R. E. y S. A. Ríos R. (eds.). *Memoria del Simposium Aportaciones de la Genotecnia a la Agricultura* (pp. 58-87). Sociedad Mexicana de Fitogenética.
- Villaseñor, J. I. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*, 87(3), 559-902. <http://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/1638>
- Villa-Vázquez, J. L. y Aarón Rodríguez. (2010). Report on the cultivation of mexican wild potato species [*Solanum cardiophyllum* Lindl., *S. ehrenbergii* (Bitter) Rydb. y *S. stoloniferum* Schldtl.] in Jalisco, México. *Rev. Fitotec. Mex.*, 33 (1), 85-88.

CAPÍTULO 2

CONSERVACIÓN *IN SITU*



|

2.1. RESUMEN

Durante el periodo (2012-2019) que comprende el presente informe, se realizaron en México diversas actividades en conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos, con la participación de 80 instancias y 215 investigadores y 24,134 productores. Se desarrollaron 215 proyectos en temáticas para estudiar, documentar, conservar y mejorar diferentes especies, tanto silvestres como cultivadas. El 7.9 % de estos se realizaron en un hábitat natural y el 92.1 % en los sistemas agrícolas tradicionales. Dentro de las estrategias de conservación *in situ*, las áreas naturales protegidas manifestaron un incremento importante, al pasar de 154 en 2006 a 182 en 2019. Actualmente se protegen bajo esta modalidad 90,838,522 hectáreas. Importante resaltar la participación de las comunidades, quienes destinaron voluntariamente áreas de su territorio para la conservación, que abarca 336 áreas, con una superficie total de 505,918 ha. En este informe también se resalta el establecimiento de 26 bancos comunitarios de semillas, ubicados en 10 estados de la república mexicana, donde se conserva principalmente semillas de maíz, frijol y calabaza, aunque también existen bancos con semillas de hortalizas. Para impulsar la conservación *in situ* de las razas de maíz, se implementaron dos programas: Uno de incentivos para la conservación, manejado por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para Alimentación y la Agricultura (SINAREFI/SAGARPA), y otro impulsado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, denominado "Programa del maíz criollo" (PROMAC). Con estas acciones, se logró conservar 52 razas de maíz, con la participación de 23 grupos étnicos de 28 estados. Para formar variedades adaptadas a condiciones específicas de diferentes regiones del país, se utilizó el método de mejoramiento participativo, principalmente en el cultivo del maíz y cacao, aunque hay trabajos en vainilla, nogal, orquídeas, algodón y sapotáceas. Los estudios e inventarios de las familias, géneros y especies fueron mayores en los hábitats naturales, respecto a los sistemas agrícolas tradicionales. En los primeros se estudiaron 52 familias, 207 géneros y 1466 especies, en tanto en los segundos, se estudiaron solo 27 familias, 59 géneros y 135 especies. Algo importante que se debe atender para evitar la pérdida de los recursos fitogenéticos en los hábitats naturales y los sistemas agrícolas tradicionales, son las especies amenazadas. Bajo esta condición se detectaron 392 especies en riesgo en las áreas naturales y 52 en los sistemas agrícolas.



2.2. INTRODUCCIÓN

México se ubica en el quinto lugar entre los países llamados “megadiversos”; en conjunto estos países albergan entre 60 y 70 % de la diversidad biológica conocida del planeta, y la diversidad de especies existentes en México equivalente al 12 % del total mundial. A esta diversidad de especies, a su variabilidad genética, y a los ecosistemas en los que habitan, se les conoce como diversidad biológica o biodiversidad (CONABIO, 2006).

A nivel mundial cada vez existe una mayor toma de conciencia, sobre el valor y la fragilidad de la diversidad biológica, ya sea por extinción de especies o por la destrucción de los ecosistemas debido principalmente a la modificación, fragmentación o destrucción de los hábitats por las actividades humanas (Granados *et al.*, 2009). Debido a esto, la conservación de la diversidad biológica es un problema que debe enfrentarse con estrategias regionales, planificadas de tal modo que se integren con los planes de desarrollo sustentable y de utilización sostenible de los recursos naturales en las diversas regiones del globo, especialmente en donde se preserve la diversidad vegetal, la agricultura tradicional y la diversidad cultural (Altier & Merrick, 1987).

El término recursos genéticos se refiere a todo aquel de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia con potencial actual o futuro (ONU, 1992), este concepto se encuentra estrechamente ligado con el de Biodiversidad. En el mismo sentido, agrobiodiversidad engloba a todos los componentes de la diversidad biológica que se relacionan con la producción de bienes en los sistemas agrícolas, es decir, las variedades y la variabilidad de las plantas, los animales y los microorganismos, en sus tres niveles de organización (genes, especies y ecosistemas), que son necesarios para mantener las funciones, estructuras y procesos clave de los agroecosistemas (Jarvis *et al.*, 2007). Estrechamente ligado al término de agrobiodiversidad se encuentra el de recursos fitogenéticos, los cuales comprenden a la diversidad genética, correspondiente al reino vegetal, que posee un valor real o potencial para el presente o el futuro (Rossi, 2007). De esta manera, los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) constituyen la base biológica de la producción agrícola y la seguridad alimentaria mundial. Estos recursos son la materia prima más importante de los agricultores, que son sus custodios, y de los fitomejoradores, ya que permiten la adaptación de los cultivos y las variedades a condiciones cambiantes, y superar los obstáculos debidos a las plagas, enfermedades y estrés abiótico.

Uno de los objetivos del Segundo Plan de Acción Mundial es garantizar la conservación de los RFAA como base de la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible y la reducción de la pobreza, proporcionando un fundamento para su utilización presente y futura. Para tal fin, existen dos tipos de estrategias de conservación: la *ex situ* y la *in situ*. La ONU (1992) define a la primera como “la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales”, mientras que a la conservación *in situ* la define como “la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas”. La conservación *ex situ* implica la remoción de material vegetal de su medio natural para ser conservado en bancos de semillas, tejidos o en plantaciones; mientras la conservación *in situ* se logra protegiendo el material vegetal en el sitio en cual se encuentra naturalmente. Jarvis *et al.* (2006) citan que la conservación *in situ* consiste en la preservación de los ecosistemas y de hábitats naturales, así como el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de las especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas o cultivadas, en el entorno donde se han desarrollado sus propiedades distintivas.

La conservación *in situ* tiene las siguientes ventajas: 1) Conserva tanto el material genético como los procesos que originan la diversidad; 2) la disponibilidad continua de variación genética que pueda mantenerse y desarrollarse en los campos de los agricultores para la sostenibilidad de los programas de fitomejoramiento; 3) permite la conservación de un gran número de especies en un solo sitio; 4) bajo ciertas condiciones, dependiendo del cultivo o del tipo de recursos genéticos a mantener, puede ser más barato y efectivo que el almacenamiento *ex situ* (Jarvis *et al.*, 2006).

Una conservación efectiva y eficiente, requiere de aplicar la conservación *ex situ* en combinación con la conservación *in situ* para lograr un enfoque integrado de conservación (FAO, s.f.; Jarvis *et al.*, 2006; Pezoa, 2001), la primera permitirá conservar la variabilidad genética de los recursos genéticos a largo plazo bajo condiciones controladas (Granados *et al.*, 2009), mientras que la segunda conservará los procesos de adaptación y evolución del germoplasma dentro de su ecosistema, conservando la diversidad del mismo y los servicios ambientales que este brinda (Jarvis *et al.*, 2006;).

Intentar preservar la totalidad de la diversidad biológica escapa de las posibilidades organizativas y económicas de cualquier país, por lo que, los programas de conservación, se focalizan preferentemente en las especies consideradas como recursos genéticos (Pezoa, 2001), es decir, todo material de naturaleza biológica con características genéticas de valor y utilidad real o potencial (Bernal, 2013). Desde un contexto económico, los recursos genéticos incluyen a todos los cultivos y a sus parientes silvestres, así como a los genes de interés para su empleo en la mejora de un cultivo en particular, sea de la misma especie o no (Pezoa, 2001).

Parte de la información presentada en este capítulo se realizó con datos generados de 212 encuestas que proporcionaron información correspondiente a “Conservación *in situ*”, de las 305 totales aplicadas, acorde a la metodología ya descrita.

2.3 RECURSOS INSTITUCIONALES Y HUMANOS

Durante el periodo (2012-2019) que comprende el presente informe, 80 instancias trabajaron en algún programa o proyecto relacionado con el manejo y mejoramiento de RFAA en fincas (parcelas) de agricultores o sobre conservación y manejo *in situ* de especies silvestres afines de las cultivadas o especies silvestres comestibles de recursos fitogenéticos (Anexo A1), donde participaron 215 profesionistas en 215 programas o proyectos (Cuadro 1).

De las 80 instituciones, 88.7 % corresponde a Centros de Enseñanza y/o Investigación (Universidades, Centros Públicos de Investigación, etc.), con actividad en las cinco regiones en las que se dividió el país (Centro, Centro Sur, Sureste, Noreste y Noroeste). Al tomar en cuenta el número de profesionistas y proyectos de conservación *in situ*, sobresale la región Centro Sur y Centro, mientras que las menos favorecidas son Noroeste y Noreste. Llama la atención que aun cuando la región Sureste queda comprendida en la franja de mayor biodiversidad, no es la que presenta el mayor número de entidades, profesionistas y proyectos (Cuadro 1). La

participación de otras entidades (Asociaciones Civiles, Áreas de Protección de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y SEMARNAT, entre otras) fue de 11.3 % (Cuadro 1).

Como parte importante en la conservación *in situ*, durante el periodo de informe, se contabilizó el número de agricultores participantes por programa, proyecto o unidad, donde se detectó la participación de 24,134 agricultores. La región Noroeste concentró 35 % de participación de productores, seguida de la región Sureste y la región Centro Sur con 26 % cada una, la región Centro con 11 % y la región Noreste con 2.0 %.

Cuadro 1. Instancias, profesionistas y programas o proyectos relacionados con la conservación *in situ* de recursos fitogenéticos en diferentes regiones de México.

Región	Número de Instancias			Número		Número de agricultores participantes
	Centros de investigación y/o educación Superior ¹	Otras entidades ²	Total	Profesionistas ³	Programas/proyectos/Unidades	
Centro	18	2	20	49	49	2,639
Centro-Sur	25	6	31	109	109	6,211
Noroeste	8	1	9	26	26	8,451
Noreste	6	0	6	8	8	575
Sureste	14	0	14	23	23	6,258
Total	71	9	80	215	215	24,134

¹ El dato incluye Unidades o Campus.

² El dato incluye Asociaciones Civiles, Áreas de Protección de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y SEMARNAT, entre otras entidades.

³ Este dato considera únicamente a los responsables de programa, proyecto o unidad.

2.3.1 Comparativo informe 2006 con el informe 2020

En comparación con el informe 2006, el número de instancias que trabajaron en proyectos de conservación, manejo y mejoramiento *in situ* de los RFAA registró 27 % más en el año 2020 y el número de profesionistas y proyectos 2.4 veces más. Lo anterior se atribuye a la implementación del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Algo importante de resaltar en el informe 2020 es que se incluye el número de agricultores participantes en los proyectos de conservación *in situ*.



2.4 PROYECTOS DESARROLLADOS

Conforme a la información proporcionada en las encuestas realizadas y a la temática de los proyectos, esta se clasificó en conservación en los hábitats naturales y en conservación en sistemas agrícolas tradicionales, entendiendo la primera como aquella que incluiría todos los trabajos desarrollados en alguna de las áreas naturales protegidas del país, y la segunda como aquella que abarcaría todos los estudios realizados en áreas no protegidas pero donde existieran sistemas de producción agrícola tradicional.

La cantidad de proyectos en sistemas agrícolas tradicionales (92.1 %) superó ampliamente a los desarrollados en los hábitats naturales (7.9 %) en las cinco regiones (Cuadro 2 y A2). La región con menor número de programas de conservación *in situ* fue la Noreste, tanto en hábitat natural (2), como en sistema agrícola tradicional (6), posiblemente debido al menor número de instancias dedicadas a este tema, así como un menor número de profesionistas involucrados en la conservación *in situ*.

Cuadro 2. Cantidad y porcentaje de programas, unidades o proyectos de conservación *in situ* en diferentes regiones de México.

Región	Programas/proyectos/Unidades	Hábitat Natural		Sistema Agrícola Tradicional	
		Subtotal	Porcentaje	Subtotal	Porcentaje
Centro	49	1	2	48	98
Centro Sur	109	11	10.1	98	89.9
Noroeste	26	2	7.7	24	92.3
Noreste	8	2	25	6	75
Sureste	23	1	4.3	22	95.6
Total	215	17	7.9	198	92.1



En base a los títulos e información proporcionada en cada uno de los 215 proyectos, se establecieron diferentes temáticas, mismas que resultaron variadas e incluso algunos proyectos podían clasificarse en más de una; estos se clasificaron en la variable que el proyecto tenía como objetivo final (Cuadro 3). Del total de proyectos en hábitats naturales (17) destacaron los desarrollados para usos potenciales (41 %), donde las principales actividades fueron: aprovechamiento sustentable de las especies, identificación de usos y el aprovechamiento del conocimiento tradicional de las personas. Las otras cuatro temáticas detectadas fueron: la conservación de especies vegetales (23.5 %), rescate, recuperación o protección de especies (17.6 %), estudio en áreas protegidas (11.8 %) y estudios de ecosistemas (5.9 %) (Cuadro 3). Destacó la región Centro Sur con el mayor número de proyectos y temáticas (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 3. Temática general de los proyectos, programas o unidades de conservación *in situ* en diferentes regiones de México.

Temática	Región (Frecuencias absolutas)					
	Centro	Centro Sur	Noroeste	Noreste	Sureste	Nacional
En Hábitat natural						
Conservación de especies vegetales	-	3	1	-	-	4
Estudios de ecosistemas	-	1	-	-	-	1
Estudios en Áreas Naturales Protegidas	-	-	1	1	-	2
Usos potenciales	-	6	-	-	1	7
Rescate, Recuperación o Protección de especies	1	1	-	1		3
Subtotal	1	11	2	2	1	17
En Sistema Agrícola Tradicional						
Conservación y aprovechamiento de especies	12	31	2	1	4	50
Diagnósticos	1	6	-	-	1	8
Estudios agronómicos	12	10	7	1	5	35
Producción de semillas	4	-	-	-	2	6
Bancos de germoplasma	-	4	-	2	-	6
Colecta de especies	1	2	-	-	-	3
Fitomejoramiento	8	31	14	-	6	59
Reforestación	3	-	-	-	-	3
Rescate, Recuperación o Protección de especies	2	10	-	-	-	12
Caracterización	5	4	1	2	4	16
Subtotal	48	98	24	6	22	198

En relación a los 198 proyectos reportados en los sistemas agrícolas tradicionales, destaca que 29.8 % estuvo enfocado a actividades de fitomejoramiento, 25.3 % a conservación y aprovechamiento de especies, y 17.7 % a estudios agronómicos. Se reportaron pocos proyectos de diagnósticos y colectas de especies. Otros temas con frecuencia mediana fueron los relacionados con caracterización, rescate, recuperación o protección de especies, bancos de germoplasma y producción de semillas (Cuadro 3). En la región Centro se detectó mayor variedad de temas, seguido de la Centro Sur, a diferencia de la Noreste con únicamente proyectos en cuatro temas cada uno.

2.4.1 Comparativo informe 2006 con el informe 2020

En comparación con el informe 2006, se registró 2.4 veces el número de proyectos desarrollados *in situ*. En relación a las temáticas de los proyectos, los estudios botánicos no se detectaron en este informe en ninguna de las variantes. En el caso de los hábitats naturales se registró mayor número de proyectos con actividad de usos potenciales en relación al informe 2006, mientras que estos estudios disminuyeron en áreas naturales. En los sistemas agrícolas tradicionales los proyectos de fitomejoramiento se incrementaron notablemente, manteniéndose estables los de estudios agronómicos y conservación y aprovechamiento; lo anterior se atribuye a la implementación del SINAREFI, además que en este informe 2020 se incluye la temática de caracterización.

2.5. ZONAS PROTEGIDAS Y SU ESTADO.

De acuerdo con la ONU (1992), un área protegida es “un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”. En México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) es la encargada de conservar el patrimonio natural de México y los procesos ecológicos de sus Áreas Naturales Protegidas (ANP), conjuntando las metas de conservación con las del bienestar de los pobladores y usuarios de las mismas (CONANP, s.f.).

La CONANP se crea en el año 2000 como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con el objetivo de administrar las ANP de competencia del Gobierno Federal. La CONANP mantiene una visión social de la conservación, pues reconoce que no es posible mantener los ecosistemas de nuestro país, y su biodiversidad, sin la participación activa e incluyente de la sociedad, en particular de quienes su sustento y modo de vida están ligados al aprovechamiento de estos recursos. (CONANP, 2014).

Actualmente, el Sistema Federal de Áreas Naturales Protegidas está conformado por 182 ANP con decreto federal, 120 con Programas de manejo publicado (Cuadro A3), que abarcan una superficie total de 90,839,522 hectáreas; de esta superficie, 23.6 % corresponde a ecosistemas terrestres continentales, dulceacuícolas e insulares y 76.4 % a ecosistemas marinos. A estas categorías se adicionan las 336 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) certificadas por la CONANP, que actualmente suman una superficie adicional de 505,918 hectáreas (Cuadro 4 y Figura 1) (CONANP, 2020).

Los principales tipos de vegetación del país cuentan con superficies importantes protegidas a través del sistema de ANP. La ocurrencia de los tipos de vegetación en las diversas áreas permite la conservación de múltiples comunidades biológicas de diversa composición, así como comunidades ecotonales que se presentan a lo largo de gradientes altitudinales, latitudinales y longitudinales (CONANP, 2018).

Cuadro 4. Distribución de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y de sus superficies de conservación de acuerdo a sus categorías de manejo (CONANP, 2020).

Categoría de manejo	Cantidad	Superficie total (ha)	Superficie total protegida con ANP (%)	Superficie terrestre y de aguas continentales (ha)	Superficie terrestre y aguas continentales (%)	Superficie marina (ha)	Superficie marina (ZEE) (%)
Reserva de la biosfera	44	62,952,750	68.9	9,514,128	4.84	53,438,623	16.97
Parque Nacional	67	16,220,099	17.8	673,801	0.34	15,546,299	4.94
Monumento natural	5	16,269	0.0	16,269	0.01	0	0
Área de protección de recursos naturales	8	4,503,345	4.9	4,503,345	2.9	0	0
Área de protección de flora y fauna	40	6,996,864	7.7	6,668,602	3.39	328,262	0.1
Santuario	18	150,193	0.2	4,628	0.002	145,565	0.05
SUB TOTAL	182	90,839,522	99.5	21,380,773	10.88	69,458,748	22.05
Áreas destinadas voluntariamente a la conservación	336	505,918	0.5	493,312	0.25	0	0
TOTAL	518	91,345,440	100.0	21,874,086	11.13	69,458,748	22.05

* Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son consideradas por ley como ANP de carácter federal; no obstante, se contabilizan en un apartado especial dado que su establecimiento se debe a la iniciativa de sus propietarios y no a la emisión de un decreto.

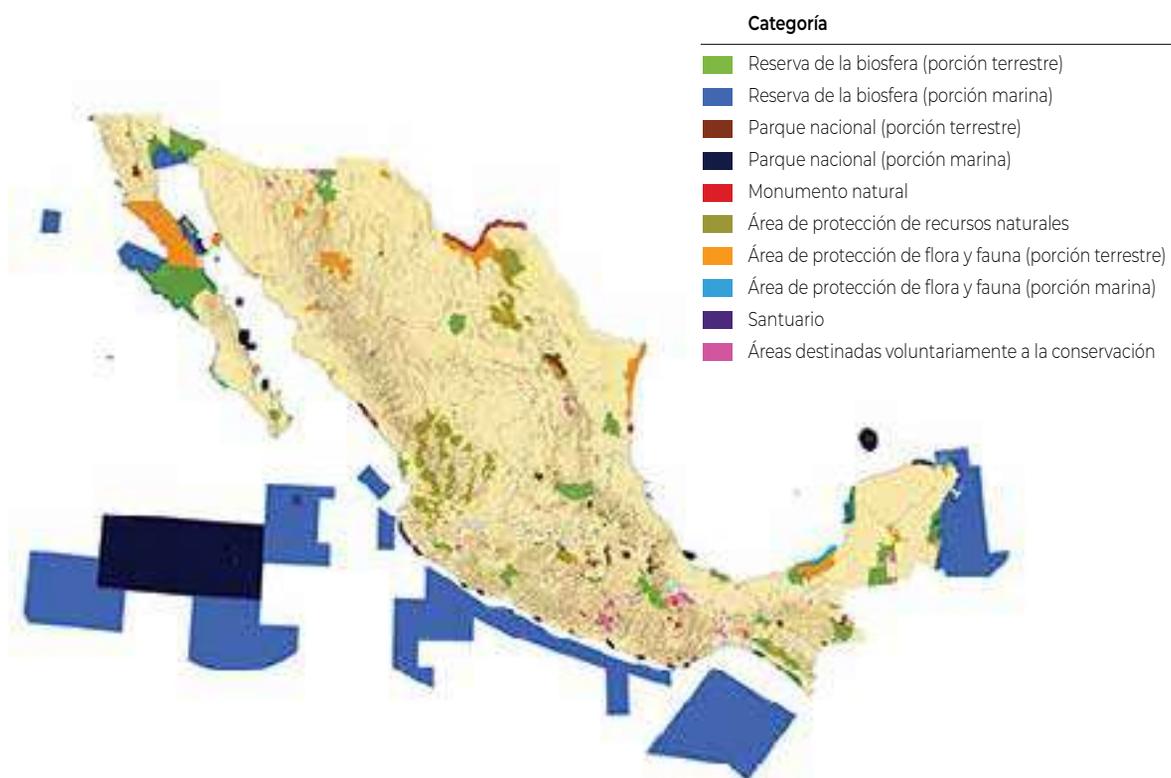


Figura 1. Distribución geográfica de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) terrestres y marinas, de competencia de la Federación, decretadas hasta 2020 en sus distintas categorías de manejo (CONANP, 2020).

2.5.1 Comparativo informe 2006 con el informe 2020

Hasta agosto del 2020, la CONANP administra 182 ANP, que en total poseen una extensión de más de 90 millones de hectáreas, una superficie cuatro veces mayor a la administrada hasta el 2006, con 28 nuevas ANP (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparativa en la superficie territorial destinada a Áreas Naturales Protegidas (ANP) entre el año 2006 y el 2020.

Categoría de Área Natural Protegida	Cantidad al 2006*	Cantidad al 2020**	Superficie al 2006 (ha)*	Superficie al 2020 (ha)**
Área de Protección de Flora y Fauna	28	40	6,073,127	6,996,864
Área de Protección de Recursos Naturales	2	8	39,724	4,503,345
Monumento Natural	4	5	14,093	16,269
Parque Nacional	67	67	1,456,988	16,220,099
Reserva de la Biosfera	35	44	10,956,505	62,952,750
Santuario	17	18	689	150,193
Otras categorías	1	0	186,734	0
Total	154	182	18,727,860	90,838,522

*Gil (2006).

**CONANP (2020).



En el año 2008 la CONANP incluyó dentro de sus programas y estructura el Programa de Conservación del Maíz Criollo (PROMAC), cuyo objetivo fue promover la conservación y recuperación de razas y variedades de maíz y sus parientes silvestres en sus entornos naturales, en los diferentes sistemas de cultivo de acuerdo con las regiones y costumbres. Esto se realizó a través de apoyos dirigidos a la conservación *in situ*, actividades para el fortalecimiento comunitario, promoción y fomento de la agrobiodiversidad, y proyectos productivos asociados a ésta (Figura 2).



Figura 2. Mapa de distribución de la ejecución del PROMAC y distribución de razas de maíz por regiones prioritarias (CONANP, 2016).

El PROMAC se aplicó de manera ininterrumpida en el periodo comprendido del 2009 al 2016, que en 2016 pasó a ser un componente del Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo (PROCER) y a partir del año 2019 se maneja como concepto de apoyo en el Programa de Conservación para el Desarrollo (PROCODES).

De la evaluación del programa PROMAC hasta el año 2016, se pueden anotar los siguientes datos de su impacto (CONANP, 2016):

- Se otorgaron 209 millones de pesos para diferentes conceptos de apoyo de dicho programa, beneficiando a 113,196 personas, de los cuales 35 % son mujeres.
- El 96 % del monto indicado aplicó para acciones directas y el 4 % en asistencia técnica.
- El programa se ha operado en ocho de las nueve regiones de atención de la CONANP y durante los años de su ejecución se han logrado abarcar 28 estados, 296 municipios y 1,099 localidades.

- De 2009 a 2016 se han llevado a cabo 3 mil 64 acciones, con los cuales se ha apoyado a la siembra de un poco más de 125 mil hectáreas y a la conservación de alrededor de 45 razas primarias (Cuadro 6), este concepto acumula 80 % del presupuesto operado.
- Se realizaron 693 actividades para el fortalecimiento comunitario, que promueve el reconocimiento cultural, agronómico y biológico de los maíces criollos. Entre estas acciones destacan los intercambios de experiencias, las ferias comunitarias o regionales, bancos de semillas y los cursos de capacitación, que en conjunto representa 18 % del presupuesto operado.
- Se impulsaron 91 actividades para el acopio, transformación y comercialización del maíz criollo y sus derivados, como la adquisición de molinos de nixtamal, tortilladoras manuales, empacadoras de productos derivados del maíz y el apoyo a la certificación orgánica, que representa 2 % del presupuesto operado.
- Se han beneficiado 77,064 personas pertenecientes a 23 grupos étnicos, de las cuales 39 % son mujeres.

Cuadro 6. Razas primarias de maíz agrupadas por complejos raciales (CONABIO, 2020).

Complejo racial	Raza primaria
Ocho hileras	Ancho Blando Bolita Elotes occidentales Harinoso de ocho Onaveño Tablilla Tabloncillo Tabloncillo perla Zamorano amarillo
Cónico	Arrocillo amarillo Cacahuacintle Chalqueño Cónico Cónico norteño Dulce Elotes cónicos Mushito Palomero toluqueño
Chapalote	Chapalote Elotero de Sinaloa Reventador
Sierra de Chihuahua	Apachito Azul Cristalino de Chihuahua Complejo serrano de Jalisco Gordo
Dentados tropicales	Celaya Pepitilla Tepecintle Tuxpeño Tuxpeño norteño Vandeño Zapalote grande
Tropicales precoces	Conejo Nal-tel Ratón Zapalote chico

Complejo racial	Raza primaria
Maduración tardía	Comiteco Dzit-bacal Olotillo Olotón Tehua
No asociadas a un complejo racial	Mixteco Serrano

En el año 2018, el programa tuvo la última asignación presupuestal como componente dentro del programa PROREST, operando un monto de \$ 9,500,000.00 distribuido en los conceptos de: 1) Pago por conservación *in situ*; 2) Actividades para el fortalecimiento comunitario; y 3) Proyectos productivos. Para el año 2019 la conservación de maíz criollo se incluyó dentro de la programación presupuestaria del Programa PROCODES.

Analizando los últimos dos años de inversión y alcance de la conservación *in situ* de la diversidad de maíces criollos (2018-2019), a través de los subsidios CONANP, podemos notar una reducción en los montos invertidos, pasando de \$9,500,000.00 en 2018 a \$5,053,196.00 en 2019; de igual forma la cobertura pasó de 66 municipios a 32 (Figura 3). La tendencia entorno a mantener los esfuerzos de conservación del maíz criollo y sus parientes silvestres es a la baja.



Figura 3. Municipios beneficiados en el periodo 2018-2019 con acciones de los componentes de Maíz Criollo.

2.6 MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO

La FAO (2011) define al fitomejoramiento participativo (FP) como “la aplicación de metodologías de mejora genética, con involucramiento y participación activa del agricultor en todo el proceso de innovación tecnológica. Esta alternativa tecnológica contribuye a mejorar la adopción de tecnología por considerar las condiciones ambientales, económicas, sociales y culturales de su entorno”. Así mismo, señala que esta metodología es opuesta al fitomejoramiento convencional (FC) debido, principalmente, a que las variedades obtenidas de forma convencional no se adaptan a las condiciones marginales, o no son bien aceptadas por los agricultores debido a su calidad de grano u otra característica culinaria. Por su parte, Almekinders *et al.* (2006) resaltan el hecho de que los pequeños agricultores valorizan más el rendimiento en años con condiciones extremas, es decir cuando se presenta sequía o alta presión de enfermedades o plagas, teniendo como consecuencia que las variedades de los programas de FC han tenido un impacto menor en la producción de la agricultura de pequeña escala.

En México, se practica en su mayoría un FC, sin embargo, en los últimos años ha permeado la idea de buscar alternativas colaborativas con los productores en diferentes nichos ecológicos para generar variedades de alta adaptación y aceptación por parte de los pequeños productores. La idea principal de los proyectos de investigación con el enfoque de FP es obtener variedades que mejoren las deficiencias de los criollos o materiales nativos originales, mediante diferentes esquemas de selección. En su mayoría de los datos recabados a través de las encuestas, las actividades realizadas en el periodo de 2012 a 2019 de FP se enfocan al cultivo del maíz, aunque existen algunas experiencias con amaranto, algodón, cacao, nogal, sapotáceas y vainilla (Cuadro A4).



De los 215 proyectos en el área de conservación *in situ*, sólo 30 (14 %) de ellos incluían trabajos de FP, destacando la región Centro Sur con 23 (21 %) de los 109 proyectos de esta región, seguido por la región Centro con 4, la Noroeste con 2, la Sureste con 1 y en la región Noreste no se reportaron proyectos de FP (Cuadro 7)

En el periodo 2002 a 2014, el SINAREFI, documentó el mejoramiento participativo de 25 razas de maíz en diferentes partes del país (Aguirre *et al.*, 2018). Se trabajó mediante el enfoque de FP con las razas: Jala, Zapalote chico, Nal-Tel, Ancho, Tuxpeño, Bofo, Cónico Norteño, Ratón, Elotes Cónicos, Chalqueño, Pepitilla, Ancho, Comiteco, Olotón, Tehua, Tepecintle, Bolita, Conejo, Cacahuacintle, Tabloncillo Perla, Elotero de Sinaloa, Celaya, Tuxpeño Norteño, Cónico y Elotes Occidentales, en 10 estados del país: Nayarit, Puebla, Yucatán, Estado de México, Oaxaca, Chiapas, Coahuila, Sinaloa, Guanajuato y Guerrero, con la participación de más de 150 agricultores.

Cuadro 7. Número y porcentaje de programas, unidades o proyectos de conservación *in situ* con información sobre la existencia o no de mejoramiento participativo.

Región	Total de proyectos	Con mejoramiento participativo			
		Si	Porcentaje	No	Porcentaje
Centro	49	4	8	45	92
Centro Sur	109	23	21	86	79
Noroeste	26	2	8	24	92
Noreste	8	0	0	8	100
Sureste	23	1	4	22	96
Total	215	30	14	185	86

Los programas de FP más avanzados en maíz se realizaron con las razas de maíz Chalqueño y Cacahuacintle, en el área de Chalco-Amecameca, Estado de México, donde se generaron una variedad de Cacahuacintle (ARR-11) y tres de la raza Chalqueño (Estrella, Elisa y Celeste). En las razas Dzit-Bacal y Tuxpeño, se trabajó en las comunidades de Yaxcaba, Muna y Xoy, en el estado de Yucatán, y se generaron seis poblaciones sobresalientes de Nal-Tel, un maíz precoz de la Raza Dzit-Bacal y un Tuxpeño con buen rendimiento y adaptabilidad a sequía. Estos materiales fueron distribuidos entre los productores de las localidades participantes en el proyecto. Para el caso de la Raza Jala y Bofo, se trabajó con el esquema de FP en los municipios de Jala, San Pedro lagunillas, Xalisco, Huajicori y El Nayar, en el estado de Nayarit. En las razas Celaya, Tablilla de ocho y Elotes occidentales, se trabajó en los municipios de León, Celaya y Cortazar, en el estado de Guanajuato; para las razas Ancho y Cónico se colaboró con productores de la Ciudad de México, donde se identificaron poblaciones sobresalientes por su contenido de antocianinas.

En el estado de Oaxaca, el INIFAP, en coordinación con el CIMMYT, ha trabajado durante varios años con la metodología de mejoramiento participativo, con diferentes razas de maíz, en diferentes comunidades. Como resultado de este trabajo colaborativo con los productores, se han generado tres variedades de la raza Bolita: VC-42 (grano azul), Belatove (grano rojo), VC-40 (grano amarillo) y VC-152 (Blanco), las cuales se adaptan a zonas subtropicales, ubicadas en altitudes de 1400 a 2000 msnm (Aragón, 2016). Para las zonas tropicales, el INIFAP ha generado mediante esta estrategia de mejoramiento las variedades V-563 (de la raza Zapalote chico), As Costeño (raza Tuxpeño) y Conejo veloz (raza conejo).

Se tiene documentado el trabajo de mejoramiento participativo del cacao en Chiapas (Avendaño-Arrazate *et al.*, 2013), y como producto del trabajo de mejoramiento genético, se generó la variedad “Regalo de Dios”, con tolerancia a *Moniliophthora roreri* (Avendaño-Arrazate *et al.*, 2018).

2.7 ATENCIÓN A ZONAS AFECTADAS POR LA CATÁSTROFE

El impacto que conlleva las actividades humanas sobre la biodiversidad puede ser positivo o negativo. De la misma manera, procesos naturales impredecibles, como catástrofes naturales, también pueden afectar la dinámica poblacional de las especies, aunque este impacto no siempre implica una reducción de la biodiversidad; sin embargo, la interacción de factores antropogénicos y estos factores naturales sí han sido causantes de una gran pérdida de especies (Granados *et al.*, 2009).

México es propenso a recibir eventos de tipo geológico e hidro-meteorológico debido a su ubicación geográfica, lo que pone en riesgo gran parte de la población e incrementan la probabilidad de enfrentar daños económicos de gran magnitud. Dentro de estos daños económicos, las actividades agropecuarias presentan mayor vulnerabilidad, principalmente ante la presencia de contingencias climatológicas, particularmente relacionadas con la falta o el exceso de precipitación pluvial y temperaturas extremas (FAO, 2014), fenómenos magnificados por el actual calentamiento global.

De acuerdo con la información reportada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), desde al año 2007 al mes de octubre del 2020, se han realizado 7,037 declaraciones de desastre a nivel nacional (Figura 4), de las cuales 78.6 % corresponden a desastres provocados por fenómenos hidro-meteorológicos, como ciclones tropicales, granizadas, sequías, heladas, entre otros (CENAPRED, 2020a).

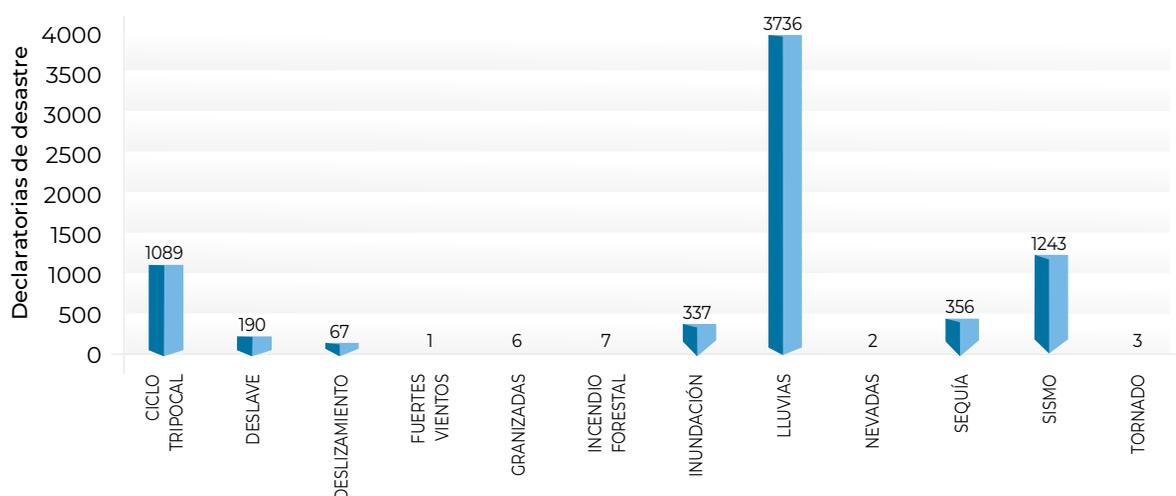


Figura 4. Cantidad de declaratorias de desastre, en el periodo comprendido del año 2007 a mayo del 2020, clasificadas de acuerdo al tipo de fenómeno (CENAPRED, 2020a).

2.7.1 Efectos socioeconómicos y ambientales de los fenómenos naturales

La Subdirección de Estudios Económicos y Sociales de la Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos, presenta una base de datos sobre el impacto socioeconómico de los daños y pérdidas por los desastres en México, en el cual, se estima que del año 2007 al 2015 el costo de los daños provocados por fenómenos hidro-meteorológicos ascendió a 20,103.96 millones de dólares, afectando el patrimonio de más de 16 millones de personas y dañando una superficie de 4.6 millones de hectáreas de tierras de cultivo y pastizales. Para el caso de incendios forestales, la superficie reportada con daños fue de 2.7 millones de hectáreas de tierras de cultivo y pastizales (CENAPRED, 2020b). Ambos tipos, fenómenos hidro-meteorológicos e incendios forestales, pueden presentar interacciones de forma sinérgica, y amplificada por el cambio climático, con efectos importantes para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, así como el bienestar socioeconómico de México (Manson *et al.*, 2009).

Pese a lo anterior, los fenómenos naturales, o perturbaciones naturales, no necesariamente se traducen en la pérdida de diversidad biológica. Manson *et al.* (2009) mencionan que la diversidad biológica es resultado de procesos evolutivos en los que las perturbaciones han actuado como mecanismos de selección y como parte de los procesos ecológicos que mantienen, e incluso generan, patrones de variación de la diversidad de ecosistemas, especies y poblaciones.

2.7.2 Los recursos fitogenéticos y desastres

Una característica importante de los ecosistemas es la resiliencia, que se define como la propiedad de un sistema de retener su estructura organizacional y productividad después de una perturbación; así, un agroecosistema es resiliente si es capaz de seguir produciendo alimentos después de una fuerte sequía o tormenta. Esta característica se deriva de la diversidad biológica del ecosistema, ya que funciona como un amortiguador ante las fluctuaciones ambientales (Altieri y Nicholls, 2013; Thompson, 2011).

Durante el presente informe, 15 instancias atendieron 26 zonas del país afectadas por algún desastre natural (Cuadro A5); el 53 % fueron atendidas por instancias de la región Centro Sur, caso contrario de la región Noroeste donde no se detectó ninguna zona afectada por algún desastre natural. El 42 % de las zonas se vieron afectadas por inundaciones, principalmente en los estados de Puebla, Oaxaca, Chiapas, Nayarit, Guanajuato y Veracruz, donde los cultivos de maíz, frijol, calabaza y café fueron los más afectados; el 27 % de las zonas fueron afectadas por sequías, principalmente en los estados de Chihuahua, Yucatán, Oaxaca y Michoacán (maíz, frijol, calabaza y vainilla), y el resto de las zonas (31 %) fueron afectadas por un huracán. Por bajas temperaturas se reportaron daños en Amecameca, Estado de México (tomate de cáscara) y en Angostura, Sinaloa (maíz); daños ocasionados por enfermedades como la roya se detectaron en el cultivo del café en Veracruz y Oaxaca; el sobrepastoreo y cambio de uso de suelo afectó en pasto bandera en Chihuahua; por desplazamiento por violencia en Concordia, Sinaloa, se afectó el cultivo del maíz; pérdida de fertilidad por caída de ceniza volcánica en San Mateo Coatepec, Puebla, con daño en el cultivo de chí; y en Conkal, Yucatán, se presentó un incendio que ocasionó pérdidas en el cultivo de Zapote Mamey.

Como una respuesta de atención a los desastres naturales detectados en el periodo de este informe, se detectó que en la región Centro Sur, fue donde se distribuyó la mayor cantidad de semilla (botánica y material vegetal) con 17,806 kg y 50,164 plantas de café, zapote mamey y vainilla, beneficiando a 4,094 familias; el origen de la semilla fue producto de la multiplicación comunitaria, mediante bancos comunitarios de semillas,

banco de germoplasma nacional, selección de materiales nativos destacados, y de los propios agricultores en forma individual (Cuadro 8).

Cuadro 8. Instancias que identificaron y apoyaron regiones donde los sistemas de cultivo fueron afectados por desastres naturales.

Región	Instancias	Zona afectada	Tipo de catástrofe	Cultivos	Cantidad de semilla distribuida	Semilla producida localmente (%)	No. de hogares beneficiados	Origen de la semilla producida	Fuente del germoplasma	Estudios realizados
Centro	4	Nayarit, Del Nayar, Jesús María Michoacán, Región Tierra Caliente Jalisco, Cuautitlán de García Barragán (Ayotitlán y Telcruz) y Roque, Celaya, Guanajuato	Inundación Sequía Huracán e inundación	Maíz	2,900 kg	93	510	Multiplicación comunitaria de semillas y Distribución directa de semillas	Agricultores Banco de Germoplasma Comunitario Banco de germoplasma institucional	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Centro- Sur	8	Bocoyna y Guachochi, Chihuahua Zoateopan, Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla Santa María Jaltianguís, San Agustín Amatengo, Putla Villa de Guerrero, San Jerónimo Coatlán, San Miguel del Puerto, Santa Catarina Juquila y San Andrés Cabecera Nueva, Oaxaca Villa Flores y Chiapa de Corzo, Chiapas Amecameca, Estado de México Veracruz y Oaxaca Desierto de Chihuahua San Mateo Coatepec, Atzitzihuacan, Puebla Región Central de Veracruz, Conkal. Yucatán, Chimalpa, Oaxaca	Sequía Inundación Bajas temperaturas Enfermedades Sobrepastoreo y cambio de uso de suelo Pérdida de fertilidad en suelos a causa de acidificación por ceniza volcánica Incendio	Maíz, frijol, calabaza, tomate de cáscara, café, pasto banderita y Chía, Zapote mamey, Vainilla	17,806 kg 50,164 plantas	98	4,904	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco Comunitario de Semillas, Banco de Germoplasma Nacional, Selección de materiales nativos destacados y Agricultores	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores y Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Noroeste	2	Chirimoyos y La Petaca, Concordia Sinaloa Angostura, Sinaloa	Desplazamiento por violencia Heladas	Maíz y Garbanzo	3,030 kg	11	109	Multiplicación comunitaria de semillas	Obtenida de proyectos de caracterización y Banco de Germoplasma Nacional	
Noreste	0									
Sureste	1	Yaxcabá, Yucatán	Sequía	Maíz	54 kg	100	24	Indirecta, mediante un enfoque basado en el mercado (por ejemplo, sistemas de vales o ferias de semillas); Multiplicación comunitaria de semillas	Banco Comunitario de Semillas	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Total	15				23,790 kg 50,164 plantas		5,547			

2.7.3 Bancos comunitarios de semillas y resiliencia

Los Bancos Comunitarios de semillas (BCS) son un esfuerzo impulsado por la comunidad para conservar y utilizar variedades locales y mejoradas, con el fin de lograr su seguridad alimentaria y mejorar los medios de vida de los agricultores (Sthapit, 2013). Los BCS generalmente son de organizaciones pequeñas que almacenan semillas por tiempos cortos y atienden una o varias comunidades en áreas cercanas, pero que pueden tener un efecto multiplicador si se trabaja en colaboración y se involucran en actividades de redes e intercambio de información y semillas con otros actores de sistemas de semillas informales y formales (Vernooy *et al.*, 2016).

Los BCS, al conservar semillas de las variedades cultivadas en las comunidades, permiten enfrentar los desafíos del cambio climático mediante la disponibilidad de semilla de calidad y en cantidad suficiente para restablecer la semilla de los miembros en caso de desastre (Aragón *et al.*, 2011; Aragón, 2016). De esta manera, las funciones y los servicios de los BCS se pueden agrupar en tres actividades principales (Vernooy *et al.*, 2018):

1. Conservar variedades locales y familiares, así como restaurar aquellas que se han perdido en la comunidad.
2. Proveer acceso y disponibilidad de múltiples variedades de cultivos, promoviendo el intercambio y la producción de semillas de variedades resultantes del fitomejoramiento participativo.
3. Garantizar la soberanía alimentaria y de semillas, es decir, el control sobre la conservación de semillas, el intercambio de conocimiento y experiencia en biodiversidad agrícola, además de la promoción de la agricultura ecológica.





Como parte de las políticas públicas para el manejo de riegos de desastres naturales para restablecer los sistemas de cultivos, el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), a través del Programa estratégico Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), coordinó el establecimiento de Bancos Comunitarios de Semilla (BCS) como un modelo alternativo de administración colectiva de la reserva de semillas necesaria para la siembra entre los productores de varias comunidades de México. El funcionamiento se basa en el sistema de préstamo y devolución. Se manejan a través de grupos de productores interesados en mantener, mejorar, utilizar e intercambiar materiales dentro de la comunidad, entre comunidades o regiones. Son estructuras rústicas que conservan en botes herméticos de diferente capacidad la diversidad genética de importancia económica o cultural de la localidad (Aragón *et al.*, 2011).

Hasta el año 2014 se establecieron 26 BCS (Figura 5), distribuidos en 10 estados del país (Aguirre *et al.*, 2018; Aragón, 2016; Vera *et al.*, 2016), destacando el estado de Oaxaca con 11 BCS; Estado de México con cuatro; Chiapas, Puebla y Yucatán con dos cada uno; Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Morelos y Ciudad de México cada estado con un BCS. En estos BCS se resguarda la diversidad genética local o regional sobresaliendo cultivos del sistema milpa (maíz, frijol, calabaza, entre otros). A la fecha han participado con esta estrategia siete instancias nacionales como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Federación de Productores de Maíz del Estado de México (F.E.P.R.), Canasta de Semillas A.C., el Sistema Producto Maíz del DF y el SNICS.



Figura 5. Distribución de Bancos de Semillas Comunitarios (BSC) a nivel nacional hasta el año 2014. Fuente: Elaborado con datos del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Las principales funciones de los BCS son: disponer de semilla en caso de desastres naturales y conservar *in situ* la diversidad local; seleccionar semilla en el campo durante cada ciclo de cultivo y garantizar la disponibilidad de semilla para los ciclos subsiguientes; promover el intercambio de semilla entre agricultores miembros y no miembros de los bancos; producir semilla de variedades amenazadas o en peligro de extinción; participar en ferias de semilla; participar como asistente o instructor en eventos de capacitación sobre conservación y reproducción de semilla y mantener un inventario de semillas para garantizar la recuperación de cultivos posteriores a los desastres naturales (Vera *et al.*, 2016).

Durante el año 2018 se realizó un diagnóstico de los BCS con el objetivo de conocer su estado y las condiciones en las que realizaban sus actividades. De los 26 BCS solo 16 (62 %) respondieron la encuesta. Todos señalaron que realizaron actividades de conservación de germoplasma a corto plazo y la distribución de germoplasma, cumpliendo con una de las funciones principales; el mejoramiento participativo de los cultivos lo realizaron 15 BCS; 13 realizaron producción de semillas; y cinco impulsaron actividades de educación, entrenamiento y concientización. En las actividades arriba mencionadas, participaron 681 miembros, de los cuales el 71 % fueron hombres y el 29 % mujeres.

Las principales especies conservadas y usadas en los bancos comunitarios de semillas de México se indican en el Cuadro 9. Se puede observar que la mayoría de las especies corresponden al cultivo del maíz, frijol y calabaza. Hace falta impulsar el establecimiento de un mayor número de BCS en México, en diferentes nichos ecológicos, con un mayor número de especies y atender aquellas que se encuentran en riesgo o en peligro de extinción.

Cuadro 9. Principales cultivos conservados y usados en los bancos comunitarios de semillas en México.

Comunidad	No. de productores	No. de accesiones	Cultivos principales (Nombres de las variedades)
San Agustín Amatengo	40	152	Maíz (Bolita, Pepitilla), frijoles y calabazas
San Jerónimo Coatlán	40	79	Maíz (Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño), calabazas y frijoles y teocintle
Santa Catarina Juquila	40	113	Maíz (Conejo, Tuxpeño, Olotillo), Frijoles y calabazas
San Miguel del Puerto	40	75	Maíz (Tuxpeño, olotillo, zapalote chico), frijoles y calabazas
San Pedro Comitancillo	40	105	Maíz (Zapalote chico), Vigna y calabazas
Santa María Jaltianguis	40	290	Maíz (Bolita, elotes cónicos, cónicos), frijoles y calabazas
Santiago Yaitepec	40	122	Maíz (Comiteco, Tuxpeño), Frijoles y calabazas
Santa María Peñoles	40	130	Maíz (Bolita, Chalqueño, Cónico, Elotes cónicos), calabazas y frijoles
San Andrés Cabecera Nueva	40	110	Maíz (Chalqueño, Cónico, Elotes Cónicos, Tuxpeño, Olotillo, Conejo), frijoles y calabazas
Putla de Guerrero (1)	40	80	Maíz (Conejo, Olotillo, Tuxpeño), Frijoles y calabazas
Chiapa de Corzo	40	85	Maíz, frijoles y calabazas
Villa Flores	40	60	Maíz, frijoles y calabazas
Xoy	4	12	Maíz (Dzit bacal, Nal-Tel, frijoles y calabazas
Yaxcaba	3	50	Maíz (Dzit bacal, Nal-Tel), frijoles y calabazas
Milpa Alta	3	50	Maíz (Cacahuacintle, Chalqueño)
Bocoyna	14	25	Maíz (Apachito, Azul, Cristalino de Chihuahua, Gordo, Palomero).
Putla Villa de Guerrero (2)	22	22	Tomates, lechugas, espinacas, frijoles, maíz, zanahoria, arvejas y calabazas
Cuernavaca	20	21	Tomates, Lechugas, espinaca, frijol, , maíz, zanahoria, arvejas, y calabazas
Chiconcuautla	20	23	Tomates, Lechugas, espinaca, frijol, , maíz, zanahoria, arvejas, y calabazas
Ciudad Acuña	18	22	Tomates, Lechugas, espinaca, frijol, , maíz, zanahoria, arvejas, y calabazas
Tepetlixpa	13	41	Tomates, Lechugas, espinaca, frijol, , maíz, zanahoria, arvejas, y calabazas
Amecameca (San Pero Nexapa)	6	27	Tomates, Lechugas, espinaca, frijol, , maíz, zanahoria, arvejas, y calabazas
Amecameca (Barrio el Rosario)	27	83	Tomates, Lechugas, espinaca, frijol, , maíz, zanahoria, arvejas, y calabazas
Atlacomulco	15	199	Maíz (Cacahuacintle, Celaya, Chalqueño, Cónico, Reventador, Tabloncillo, Tepecintle, Palomero Toluqueño
Xochitlán de Vicente Suárez	41	53	Calabazas
Total	686	1,709	

Fuente: Adaptado de Vera *et al.*, 2016

De acuerdo a lo descrito por Aguirre *et al.* (2018), varios de estos BCS ya han cumplido con el restablecimiento de semillas a productores miembros del banco, después de haberse perdido las cosechas debido a inundaciones o sequías (Cuadro 10). Algunas instituciones de investigación, educativas o de la sociedad civil, han respaldado el esfuerzo de tener alternativas para remediar daños de los desastres naturales (Cuadro 11). Así mismo, y como parte del fortalecimiento de las capacidades de los responsables de los BCS, se impartieron diferentes cursos sobre temas de interés de los productores, como: conservación, mejoramiento y producción de semilla de maíces nativos, abonos orgánicos, producción orgánica, control de plagas del follaje, control de plagas de almacén, fertilización y uso de abonos verdes.

Cuadro 10. Atención a nivel regional y zona afectada por catástrofe.

Región	Centros de investigación y/o educación Superior	Zona afectada	Tipo de catástrofe	Cultivos	Cantidad de semilla distribuida	Semilla producida localmente (%)	No. de hogares beneficiados	Origen de la semilla producida	Fuente del germoplasma	Estudios realizados
Centro	2	Nayarit, Del Nayar, Jesús María Michoacán, Región Tierra Caliente	Inundación Sequía	Maíz	200 kg	100	20	Multiplicación comunitaria de semillas y Distribución directa de semillas	Agricultores	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Centro sur	14	Zoateopan, Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla Santa María Jaltianguis, San Agustín Amatengo, Putla Villa de Guerrero, San Jerónimo Coatlán, San Miguel del Puerto, Santa Catarina Juquila y San Andrés Cabecera Nueva, Oaxaca Villa Flores y Chiapa de Corzo, Chiapas Amecameca, Estado de México Veracruz y Oaxaca Desierto de Chihuahua	Sequía, Inundación, Bajas temperaturas, enfermedades y sobrepastoreo y cambio de uso de suelo	Maíz, frijol, calabaza, tomate de cáscara, café y pasto banderita	3,741 kg 50,000 plantas	100	203	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco Comunitario de Semillas, Banco de Germoplasma Nacional y Selección de materiales nativos destacados	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores y Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Noroeste	1	Chirimoyos y La Petaca, Concordia Sinaloa	Desplazamiento por violencia	Maíz	30 kg	100	9	Multiplicación comunitaria de semillas	Obtenida de proyectos de caracterización	
Noreste	0									
Sureste	1	Yaxcabá, Yucatán	Sequía	Maíz	54 kg	100	24	Indirecta, mediante un enfoque basado en el mercado (por ejemplo, sistemas de vales o ferias de semillas); Multiplicación comunitaria de semillas	Banco Comunitario de Semillas	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Total	18									

Cuadro 11. Institución responsable del seguimiento a las zonas afectadas por catástrofe.

Institución responsable	Nombre de la zona afectada por la catástrofe*	Tipo de catástrofe	Fecha de la catástrofe (AAAA/MM)	Nombre del cultivo	Cantidad de semilla distribuida/puesta a disposición	Semilla distribuida/puesta a disposición que fue producida localmente %	No. de hogares beneficiarios de la ayuda en semillas	Ayuda en semillas ofrecida	Fuente del germoplasma/semillas	Estudios realizados
SNICS	Bocoyna, Chihuahua	Sequía	2014/04	Maíz	40 kg	100	4	Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CRUPY-UACH	Yaxcabá, Yucatán	Sequía	2013/03	Maíz	54 kg	100	24	Indirecta, mediante un enfoque basado en el mercado (por ejemplo, sistemas de vales o ferias de semillas); Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
UNAM	Zoateopan, Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla	Inundación	2013/04	Calabaza	500 gr	100	50	Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CEVOAX-INIFAP	Santa María Jaltianguis, Oaxaca	Inundación	2013/05	Maíz, Frijol y Calabaza	95kg	100	10	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CEVOAX-INIFAP	San Agustín Amatengo, Oaxaca	Sequía	2012/04	Maíz, Frijol y Calabaza	77 kg	100	9	Distribución directa de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CEVOAX-INIFAP	Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	Inundación	2013/04	Maíz y frijol	52 kg	100	7	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CEVOAX-INIFAP	San Jerónimo Coatlán, Oaxaca	Inundación	2013/04	Maíz, Frijol y Calabaza	51 kg	100	6	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CEVOAX-INIFAP	San Miguel del Puerto, Oaxaca	Inundación	2013/05	Maíz, Frijol y Calabaza	46 kg	100	7	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CEVOAX-INIFAP	Santa Catarina Juquila, Oaxaca	Inundación	2013/05	Maíz y frijol	50 kg	100	10	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CEVOAX-INIFAP	San Andrés Cabecera Nueva, Oaxaca	Sequía	2012/04	Maíz, Frijol y Calabaza	146 kg	100	25	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CEVCENO-INIFAP	Villaflores, Chiapas	Inundación	2012/05	Maíz, Frijol y Calabaza	105 kg	100	18	Distribución directa de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores

Institución responsable	Nombre de la zona afectada por la catástrofe*	Tipo de catástrofe	Fecha de la catástrofe (AAAA/MM)	Nombre del cultivo	Cantidad de semilla distribuida/puesta a disposición	Semilla distribuida/puesta a disposición que fue producida localmente %	No. de hogares beneficiarios de la ayuda en semillas	Ayuda en semillas ofrecida	Fuente del germoplasma/semillas	Estudios realizados
CEVCENO-INIFAP	Chiapa de Corzo	Inundación	2013/04	Maíz, Frijol y Calabaza	78 kg	100	14	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Canasta de Semillas A. C.	Amecameca, Estado de México	Helada (bajas temperatura)	2012/03	Tomate de cáscara	500 gr	100	23	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CRUO-UACH	Veracruz y Oaxaca		2014/01	Café	50000 plantas	100	0	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma nacional	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores
CP	Desierto de Chihuahua		2019/01	Pasto banderita	3 t	100	20	Distribución directa de semillas	Selección de materiales nativos destacados	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores
CESIX-INIFAP	Nayarit, Del Nayar, Jesús María	Inundación	2019/05	Maíz	0	0	420	Multiplicación comunitaria de semillas	Agricultores	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
UAS	Chirimoyos y La Petaca, Concordia Sinaloa		2018/05	Maíz	30 kg	100	9	Multiplicación comunitaria de semillas	Obtenida de proyectos de caracterización	
CRUCO-UACH	Michoacán, Región Tierra Caliente	Sequía	2013/06	Maíz	200 kg	100	20	Distribución directa de semillas	Agricultores	

Otra estrategia implementada por el gobierno de México para conservar *in situ* el maíz nativo fue el apoyo a productores denominados “custodios o guardianes” de la diversidad, el cual consistió en otorgar incentivos para la producción y la conservación. Esta actividad se implementó en el periodo comprendido del 2009 al 2013, a través del cual se logró conservar *in situ* a 52 razas de maíz con cuatro variantes cada una, en 20 estados de la República (Figura 6).

Los custodios fueron identificados por investigadores que trabajan con recursos fitogenéticos en diferentes estados del país. Los productores se eligieron por contar con una larga tradición en la conservación de su semilla nativa, poseer un material con características agronómicas sobresalientes, ser un productor líder y dispuesto a implementar innovaciones para la producción y conservación del maíz nativo. Los custodios recibían apoyo económico para la producción, capacitación, apoyo en giras de intercambio e insumos para realizar una mejor conservación de las semillas, como silos metálicos. La responsabilidad de los custodios era resguardar en sus casas 200 kilogramos de la raza en custodia, con la finalidad de otorgar semilla a sus vecinos de la comunidad en caso de ocurrir algún desastre o para que él mismo volviera a sembrar el material en caso de pérdida. La semilla resguardada se conservaba hasta que se lograba la siguiente cosecha.

Cuadro 12. Géneros reportados en cada una de las familias estudiadas en los hábitats naturales de México en el periodo comprendido del año 2012 al 2020.

Familia	Género	Total de géneros	Total de especies
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> (37), <i>Beta</i> (1), <i>Chenopodium</i> (2), <i>Spinacia</i> (1), <i>Dysphania</i> (1), <i>Suaeda</i> (3)	6	45
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis</i> (2)	1	2
Anacardiaceae	<i>Spondias</i> (5)	1	5
Annonaceae	<i>Annona</i> (20)	1	20
Apiaceae	<i>Arracacia</i> (1), <i>Eryngium</i> (1)	2	2
Apocynaceae	<i>Asclepias</i> (1)	1	1
Araceae	<i>Colocasia</i> (1), <i>Xanthosoma</i> (3)	2	4
Araliaceae	<i>Hydrocotyle</i> (1)	1	1
Asparagaceae	<i>Agave</i> (118), <i>Beschorneria</i> (5), <i>Furcraea</i> (4), <i>Hesperaloe</i> (2), <i>Manfreda</i> (12), <i>Polianthes</i> (5), <i>Prochnyanthes</i> (1), <i>Yucca</i> (20), <i>Beaucarnea</i> (7)	9	174
Asteraceae	<i>Bidens</i> (2), <i>Cirsium</i> (1), <i>Cosmos</i> (1), <i>Dahlia</i> (4), <i>Galinsoga</i> (1), <i>Helianthus</i> (19), <i>Porophyllum</i> (2), <i>Simsia</i> (1), <i>Tithonia</i> (1), <i>Xanthocephalum</i> (1)	10	33
Begoniaceae	<i>Begonia</i> (2)	1	2
Brassicaceae	<i>Arabidopsis</i> (1), <i>Brassica</i> (1), <i>Lipidium</i> (1), <i>Nasturtium</i> (1), <i>Rorippa</i> (1)	5	5
Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> (2), <i>Billbergia</i> (1), <i>Catopsis</i> (4), <i>Hechtia</i> (5), <i>Tillandsia</i> (39)	5	51
Cactaceae	<i>Acharagma</i> (1), <i>Aporocactus</i> (1), <i>Ariocarpus</i> (4), <i>Astrophytum</i> (3), <i>Aztekium</i> (2), <i>Cephalocereus</i> (8), <i>Coryphantha</i> (5), <i>Cumarina</i> (1), <i>Cylindropuntia</i> (29), <i>Echinocactus</i> (3), <i>Echinocereus</i> (5), <i>Epithelantha</i> (2), <i>Escontria</i> (1), <i>Ferocactus</i> (4), <i>Geohintonia</i> (1), <i>Glandulicactus</i> (1), <i>Hylocereus</i> (7), <i>Lemaireocereus</i> (1), <i>Leuchtenbergia</i> (1), <i>Lophocereus</i> (3), <i>Mammillaria</i> (14), <i>Mammilloidia</i> (1), <i>Marginatocereus</i> (1), <i>Melocactus</i> (1), <i>Myrtillocactus</i> (4), <i>Neobuxbaumia</i> (7), <i>Nopalea</i> (9), <i>Opuntia</i> (120), <i>Pachycereus</i> (7), <i>Pelecyphora</i> (2), <i>Polaskia</i> (2), <i>Pseudomitrocereus</i> (1), <i>Stenocereus</i> (2), <i>Thelocactus</i> (5), <i>Turbincarpus</i> (8)	35	286
Caricaceae	<i>Carica</i> (1), <i>Jarilla</i> (1)	1	2
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> (191)	1	191
Crassulaceae	<i>Echeveria</i> (11)	1	11
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i> (15), <i>Sechium</i> (7)	2	22
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> (2)	1	2
Ebenaceae	<i>Diospyros</i> (34)	1	34
Ericaceae	<i>Arbutus</i> (1)	1	1
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus</i> (2), <i>Ditaxis</i> (1), <i>Euphorbia</i> (3), <i>Jatropha</i> (17), <i>Manihot</i> (25), <i>Ricinus</i> (1)	6	49
Fabaceae	<i>Arachis</i> (2), <i>Centrocema</i> (1), <i>Cicer</i> (1), <i>Crotalaria</i> (3), <i>Desmodium</i> (1), <i>Erythrina</i> (2), <i>Glycine</i> (1), <i>Leucaena</i> (3), <i>Lupinus</i> (3), <i>Macroptilium</i> (3), <i>Mucuna</i> (1), <i>Pachyrhizus</i> (4), <i>Phaseolus</i> (74), <i>Pisum</i> (1), <i>Pithecellobium</i> (1), <i>Tamarindus</i> (1)	16	102
Fagaceae	<i>Quercus</i> (1)	1	1
Gentianaceae	<i>Eustoma</i> (1)	1	1
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia</i> (1)	1	1
Iridaceae	<i>Tigridia</i> (2)	1	2
Lamiaceae	<i>Agastache</i> (1), <i>Hedeoma</i> (1), <i>Monarda</i> (1), <i>Salvia</i> (1)	4	4
Lauraceae	<i>Persea</i> (26)	1	26
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> (4)	1	4
Malvaceae	<i>Anoda</i> (1), <i>Gossypium</i> (13), <i>Hibiscus</i> (1), <i>Malva</i> (1), <i>Theobroma</i> (4)	5	20
Montiaceae	<i>Calandrinia</i> (1)	1	1
Musaceae	<i>Musa</i> (1)	1	1
Myrtaceae	<i>Psidium</i> (11)	1	11
Oleaceae	<i>Fraxinus</i> (1)	1	1

Familia	Género	Total de géneros	Total de especies
Orchidaceae	<i>Acineta</i> (1), <i>Arpophyllum</i> (1), <i>Aspidogyne</i> (1), <i>Bletia</i> (1), <i>Brassavola</i> (1), <i>Brassia</i> (1), <i>Cotasetum</i> (1), <i>Chysis</i> (1), <i>Coelia</i> (1), <i>Cuitlauzina</i> (1), <i>Cyrtopodium</i> (1), <i>Dichaea</i> (1), <i>Dinema</i> (1), <i>Domingoa</i> (1), <i>Elleanthus</i> (1), <i>Encyclia</i> (1), <i>Epidendrum</i> (1), <i>Erycina</i> (1), <i>Galeandra</i> (1), <i>Gongora</i> (1), <i>Hagsatera</i> (1), <i>Isochilus</i> (1), <i>Jacquinilla</i> (1), <i>Kafersteinia</i> (1), <i>Laelia</i> (3), <i>Lepanthes</i> (1), <i>Lycaste</i> (1), <i>Macroclinium</i> (1), <i>Maxillaria</i> (1), <i>Mormodes</i> (1), <i>Mormolyca</i> (1), <i>Myrmecophila</i> (1), <i>Nidema</i> (1), <i>Notylia</i> (1), <i>Oncidium</i> (5), <i>Prosthechea</i> (2), <i>Rhynchoaelia</i> (1), <i>Rhynchostele</i> (6), <i>Sobralia</i> (1), <i>Stanhopea</i> (2), <i>Stelis</i> (1), <i>Trichocentrum</i> (2), <i>Vanilla</i> (11), <i>Xylobium</i> (1)	44	68
Pinaceae	<i>Pinus</i> (4)	1	4
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> (1)	1	1
Pedaliaceae	<i>Sesamum</i> (1)	1	1
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i> (1)	1	1
Piperaceae	<i>Peperomia</i> (1), <i>Piper</i> (1)	2	2
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> (1)	1	1
Poaceae	<i>Bouteloua</i> (1), <i>Digitaria</i> (1), <i>Setaria</i> (1), <i>Hordeum</i> (1), <i>Oryza</i> (1), <i>Sorghum</i> (1), <i>Tripsacum</i> (16), <i>Triticum</i> (2), <i>Zea</i> (3)	9	27
Polygonaceae	<i>Eriogonum</i> (1), <i>Rumex</i> (2)	2	3
Rosaceae	<i>Crataegus</i> (18), <i>Fragaria</i> (1), <i>Prunus</i> (52), <i>Rubus</i> (7)	4	78
Rubiaceae	<i>Coffea</i> (2)	1	2
Rutaceae	<i>Casimiroa</i> (10), <i>Citrus</i> (2)	2	12
Sapotaceae	<i>Manilkara</i> (2), <i>Pouteria</i> (20)	2	22
Simmondsiaceae	<i>Simmondsia</i> (1)	1	1
Solanaceae	<i>Capsicum</i> (7), <i>Jaltomata</i> (6), <i>Physalis</i> (77), <i>Solanum</i> (31)	4	121
Urticaceae	<i>Urtica</i> (1)	1	1
Verbenaceae	<i>Lippia</i> (1)	1	1





En cuanto a la cantidad de especies, Gil (2006) menciona que los trabajos de investigación se enfocaron aproximadamente en 100 especies, cantidad que en el presente informe aumentó a más de 1,400 especies, lo anterior debido a lo reportado por CONABIO a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).

Las familias botánicas con mayor cantidad de géneros con estudios o inventarios realizados hasta el año 2019 fueron: Orchidaceae (44), Cactaceae (35), Fabaceae (16), Asteraceae (10), Asparagaceae (9), Poaceae (9), Amaranthaceae (6) y Euphorbiaceae (6), en las cuales se observa un incremento en los géneros estudiados en comparación con lo reportado por Gil (2006) (Figura 7).

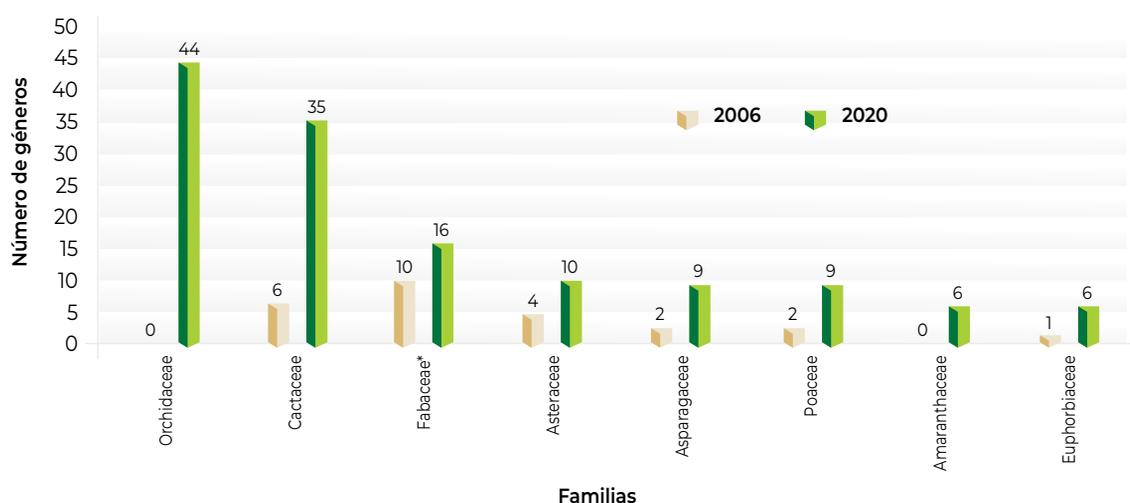


Figura 7. Familias botánicas con la mayor cantidad de géneros estudiados o inventariados en el año 2020, comparado con 2006. *La cantidad de géneros representados en la Figura para el año 2006, equivale a la suma de los géneros de las familias Fabaceae y Mimosaceae reportadas por Gil en 2006.

Por otro lado, las familias botánicas con una mayor cantidad de especies estudiadas fueron: Cactaceae (286), Convolvulaceae (191), Asparagaceae (174), Solanaceae (121), Fabaceae (102), Rosaceae (78) y Orchidaceae (68) (Figura 8), de las cuales, para la familia Cactaceae se observa un incremento mayor a 200 especies y para las familias, Asparagaceae, Solanaceae y Fabaceae se observó un incremento de más de 100 especies en comparación con lo reportado por Gil (2006).

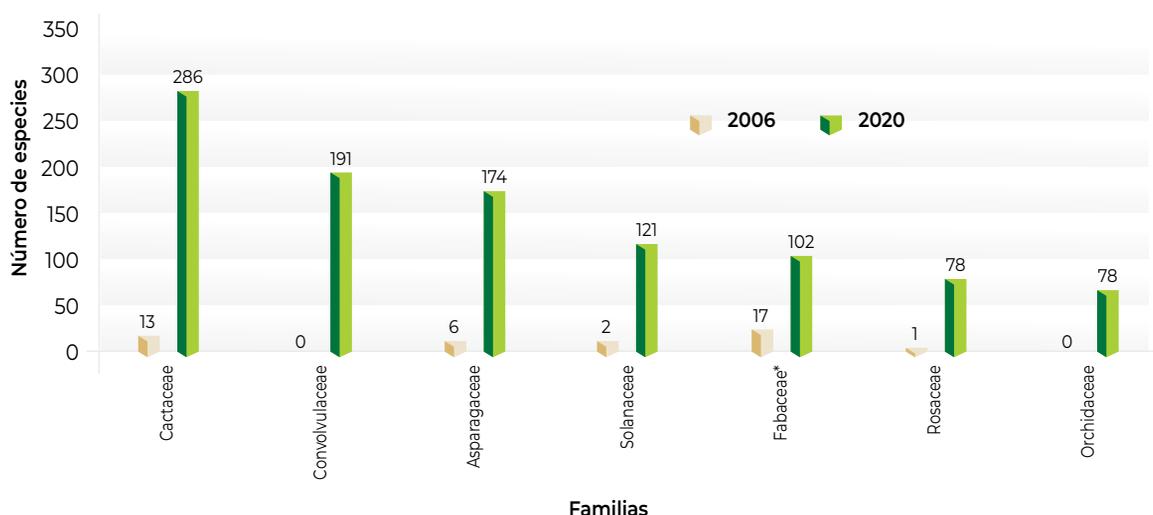


Figura 8. Familias botánicas con la mayor cantidad de especies estudiadas o inventariadas en 2020 comparándolas con 2006. *La cantidad de especies representada en la Figura, para el año 2006, equivale a la suma de las especies de las familias Fabaceae y Mimosaceae reportadas por Gil en 2006.

2.8.2 En los sistemas agrícolas tradicionales

La diversidad genética estudiada en los sistemas agrícolas tradicionales fue significativamente menor a la diversidad de los trabajos en hábitats naturales. En los proyectos ejecutados desde el año 2012 al 2019, se estudiaron un total de 27 familias botánicas y 59 géneros, que engloba 135 especies (Cuadro 13).

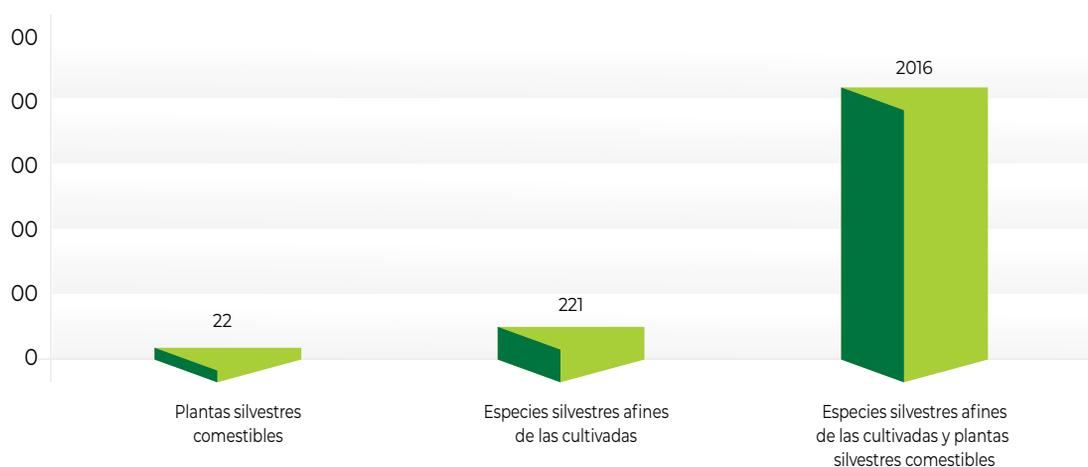
Cuadro 13. Familias, géneros y especies relacionadas con cultivos alimenticios estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales de México.

Familia	Género	Total de géneros	Total de especies
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> (5)	1	5
Amaryllidaceae	<i>Allium</i> (2)	1	2
Anacardiaceae	<i>Mangifera</i> (1)	1	1
Annonaceae	<i>Annona</i> (4)	1	4
Apiaceae	<i>Corandrium</i> (1)	1	1
Arecaceae	<i>Cocos</i> (1), <i>Phoenix</i> (1)	2	2
Asparagaceae	<i>Agave</i> (49), <i>Polianthes</i> (1)	2	50
Asteraceae	<i>Carthamus</i> (1), <i>Helianthus</i> (1)	2	2
Bixaceae	<i>Bixa</i> (1)	1	1
Bromeliaceae	<i>Ananas</i> (1)	1	1
Cactaceae	<i>Hylocereus</i> (2), <i>Opuntia</i> (2), <i>Stenocereus</i> (1)	3	5
Caricaceae	<i>Carica</i> (1)	1	1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> (1)	1	1
Crassulaceae	<i>Echeveria</i> (1)	1	1
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i> (2), <i>Sechium</i> (1)	2	3
Ebenaceae	<i>Diospyros</i> (1)	1	4

Familia	Género	Total de géneros	Total de especies
Fabaceae	<i>Arachis</i> (1), <i>Cicer</i> (1), <i>Glycine</i> (1), <i>Lupinus</i> (1), <i>Pachyrhizus</i> (1), <i>Phaseolus</i> (4), <i>Pisum</i> (1), <i>Tamarindus</i> (1)	8	11
Myrtaceae	<i>Psidium</i> (1)	1	1
Iridaceae	<i>Tigridia</i> (1)	1	1
Lauraceae	<i>Persea</i> (2)	1	2
Malvaceae	<i>Gossypium</i> (1), <i>Hibiscus</i> (1), <i>Malva</i> (1), <i>Theobroma</i> (1)	4	4
Orchidaceae	<i>Congora</i> (1), <i>Laelia</i> (2), <i>Maxillaria</i> (1), <i>Stanhopea</i> (1), <i>Trichocentrum</i> (1), <i>Vanilla</i> (1)	6	7
Poaceae	<i>Bouteloua</i> (1), <i>Digitaria</i> (1), <i>Hordeum</i> (1), <i>Oryza</i> (1), <i>Sorghum</i> (2), <i>Tripsacum</i> (1), <i>Triticum</i> (3), <i>Zea</i> (1)	8	11
Rubiaceae	<i>Coffea</i> (1)	1	1
Rutaceae	<i>Casimiroa</i> (1), <i>Citrus</i> (2)	2	3
Sapotaceae	<i>Manilkara</i> (1), <i>Pouteria</i> (1)	2	2
Solanaceae	<i>Capsicum</i> (3), <i>Physalis</i> (2), <i>Solanum</i> (3)	3	8

En los casos donde las especies se reportaron como "sp." se contabilizaron como especies diferentes.

A pesar de lo anterior, se estima que existen más de 2,000 especies silvestres afines a las cultivadas o silvestres comestibles (Figura 9). Esta cantidad es superior a las 150 especies estimadas por Gil (2006). Sin embargo, la cantidad de familias enlistadas en el Cuadro 13 es significativamente menor a las familias reportadas por el mismo autor, ya que para los sistemas agrícolas tradicionales se generó una lista de 62 familias.



Número estimado de especies que se conservan *in situ* de forma activa

Nota: el incremento en el número de especies silvestres afines de las cultivadas y plantas silvestres comestibles se incrementó significativamente debido a la información proporcionada por la CONABIO de especies/taxa domesticadas y sus parientes silvestres identificados para la alimentación (se contabilizaron las variedades, subespecies y razas), mismas que están incluidas en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB).

Figura 9. Estimación de especies silvestres afines de las cultivadas y de plantas silvestres comestibles que se conservan *in situ* de forma activa en el país.

2.8.3 Comparativo con la diversidad vegetal de México

México se encuentra entre los cinco países con mayor diversidad de plantas vasculares y también, dentro de los cinco con mayor cantidad de especies endémicas. Se conocen más de 23 mil especies de plantas vasculares. Esta diversidad se distribuye en 2,854 géneros y 297 familias (Villaseñor, 2016). De esta manera, tomando en cuenta la cantidad de familias que han sido exploradas hasta el año 2019, solo se ha documentado cerca de 17.8 % de las familias y 6.4 % de las especies distribuidas en el territorio. Estos porcentajes indican que existe un amplio camino por recorrer para documentar la enorme riqueza de México.

Realizando un análisis a nivel de familia botánica, se encontró que se ha documentado alrededor de 80 % de las especies de la familia Asparagaceae y el 42 % de la Cactaceae; estas familias tuvieron la mayor cantidad de especies documentadas *in situ* durante el periodo comprendido del año 2012 al 2019 (Cuadro 14).

Cuadro 14. Avance en la documentación de los recursos genéticos de México respecto a la flora nativa del país.

Familias	Géneros estudiados	Especies estudiadas	Total de especies en México**	Avance en su conservación y/o documentación (%)
Orchidaceae	44	68	1,213	5.6
Cactaceae	35	286	677	42.2
Asparagaceae (Agavaceae)	9	174	217	80.2
Euphorbiaceae	6	49	714	6.9
Asteraceae (Compositae)	10	33	3,057	1.1
Fabaceae (Leguminosae)*	16	102	1,903	5.4
Crassulaceae	1	11	372	2.96
Poaceae (Gramineae)	9	27	1,047	2.3

*Sólo incluye las especies de la familia Fabaceae enumeradas por Villaseñor (2016)

**Villaseñor (2016) y García-Mendoza y Galván (1995).



2.9. RECURSOS ALIMENTICIOS

ESTUDIADOS *IN SITU*

En los sistemas tradicionales de cultivo, como la milpa en México, se encuentran los lugares donde se ha mantenido, protegido, cultivado y domesticado la mayoría de las especies toleradas, favorecidas o cultivadas por el hombre. Esto los convierte en verdaderos laboratorios de conocimiento sobre la diversidad de especies útiles (Linares y Bye, 2015). Sin embargo, no todas las especies comestibles se pueden encontrar en estos sistemas de producción, ya que buena parte se distribuye en los diferentes ecosistemas naturales del país.

Bye y Linares (2000) mencionan que de las 25, 000 especies de plantas superiores que existen en México, alrededor de 500 pueden ser consideradas como quelites, y se distribuyen en 25 superórdenes, 60 órdenes y 176 géneros. Cerca de 89 % de estas hierbas comestibles pertenecen a seis familias de dicotiledóneas: Asteraceae, Apiaceae, Fabaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae y Brassicaceae. Sin embargo, los mismos autores resaltan la rápida reducción en su uso y la pérdida del conocimiento ancestral sobre su uso y significado cultural. Por esta razón, se deben continuar de forma prioritaria los estudios y documentación de estas especies.

Los resultados que se presentan a continuación agrupan la información de los proyectos conducidos en los hábitats naturales y en los sistemas agrícolas tradicionales, identificando, cuando fue posible, las familias, géneros y especies de carácter alimenticio estudiadas *in situ*.

2.9.1 En los hábitats naturales

De las 52 familias con reportes de estudio o inventario en su hábitat natural, 30 de ellas engloban al menos una especie con uso alimenticio (Cuadro 15), e involucraron 44 géneros. De estos, 22 se aprovechan como fruta, ocho como semillas, cuatro el tubérculo, cuatro como quelites, dos como bebida, dos como condimento y dos como aromatizantes.

Cuadro 15. Familias, géneros y especies relacionadas con cultivos alimenticios, estudiadas en un hábitat natural de México.

Familia	Género	Especie	Uso principal
Cactaceae	<i>Hylocereus</i>	<i>undatus, purpusii</i>	Fruta comestible
Cactaceae	<i>Nopalea</i>	<i>cochinefera</i>	Fruta comestible
Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha, ficus-indica</i>	Fruta comestible
Cactaceae	<i>Stenocereus</i>	<i>pruinosis</i>	Fruta comestible
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>batatas</i>	Tubérculo comestible
Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>americana</i>	Bebida estimulante
Solanaceae	<i>Capsicum</i>	<i>annuum, baccatum, chinense, frutescens, pubescens, rhomboideum, lanceolatum</i>	Condimento
Solanaceae	<i>Physalis</i>	<i>ixocarpa, philadelphica</i>	Fruto comestible
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>licopersicum, tuberosum, stoloniferum, cardiophyllum, bulbocastanum</i>	Frutos comestibles y tuberculo comestible

Familia	Género	Especie	Uso principal
Fabaceae	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris, acutifolius, coccineus</i>	Grano comestible
Rosaceae	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana, pubescens</i>	Fruto comestible
Orchidaceae	<i>Vanilla</i>	<i>planifolia, pompona, pfaviana, inodora, odorata</i>	Aromatizante
Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>	Semillas comestibles
Euphorbiaceae	<i>Manihot</i>	<i>esculenta, triloba</i>	Tubérculo comestible
Euphorbiaceae	<i>Ricinus</i>	<i>communis</i>	Semilla
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>hypochondriacus</i>	Semillas comestibles
Amaranthaceae	<i>Chenopodium</i>	<i>berlandieri, ambrosioides</i>	Planta comestible
Amaranthaceae	<i>Suaeda</i>	<i>torreyana, edulis, mexicana</i>	Planta comestible
Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>kaki, acapulcensis</i>	Fruta comestible
Asteracea	<i>Porophyllum</i>	<i>ruderales</i>	Planta comestible
Asteracea	<i>Helianthus</i>	<i>annuus, niveus, debilis</i>	Semillas comestibles
Asteracea	<i>Dahlia</i>	<i>tenuicaulis</i>	Tubérculo comestible
Poaceae	<i>Zea</i>	<i>mays</i>	Fruto comestible
Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>americana, hintonii</i>	Fruto comestible
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i>	<i>pepo, angyrosperma, ficifolia, maxima, moschata, cordata, digitata</i>	Fruto y semillas comestibles
Cucurbitaceae	<i>Sechium</i>	<i>edule, mexicanum, talamancensis, chinantlense, compositum, hintonii</i>	Fruto comestible
Sapotaceae	<i>Manilkara</i>	<i>zapota, chicle</i>	Fruta comestible
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>sapota, neglecta, reticulata</i>	Fruta comestible
Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	<i>sabdariffa</i>	Bebida saborizante
Malvaceae	<i>Theobroma</i>	<i>cacao, bicolor</i>	Fruto (chocolate)
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>cherimola, muricata, parviflora, diversifolia, purpurea, reticulata, squamosa</i>	Fruta comestible
Rutaceae	<i>Casimiroa</i>	<i>edulis</i>	Fruta comestible
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>guajava, sartorium</i>	Fruta comestible
Brassicaceae	<i>Brassica</i>	<i>rapa</i>	Planta comestible
Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	<i>purpurea, mexicana, dulcis, mombin</i>	Fruto comestible
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>hispanica</i>	Suplemento alimenticio (semillas)
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>	Fruto comestible
Caricaceae	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>	Fruto comestible
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i>	<i>remotiflora</i>	Tubérculo comestible
Rubiaceae	<i>Coffea</i>	<i>arabica, canephora</i>	Semilla (bebida)
Musaceae	<i>Musa</i>	× <i>paradisica</i>	Fruto comestible
Pedaliaceae	<i>Sesamum</i>	<i>indicum</i>	Semilla comestible
Simmondsiaceae	<i>Simmondsia</i>	<i>chinensis</i>	Aceite esencial
Verbenaceae	<i>Lippia</i>	<i>graveolens</i>	Condimento

2.9.2 En los sistemas agrícolas tradicionales

Para el caso de las especies estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales, de las 27 familias estudiadas o inventariadas *in situ*, 23 incluyeron especies de uso alimenticio (Cuadro 13), e involucraron 45 géneros. De estos, 24 se aprovecha la fruta, 15 la semilla, tres se aprovecha su raíz (tubérculo), dos como bebida y una como condimento. La mayoría bajo cultivo sistémico (Cuadro 16).

Cuadro 16 Familias, géneros y especies relacionadas con cultivos alimenticios estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales de México.

Familia	Género	Especie	Uso principal
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>hypochondriacus</i>	Semilla comestible
Amaryllidaceae	<i>Allium</i>	<i>cepa, sativum</i>	Bulbo comestible
Anacardiaceae	<i>Mangifera</i>	<i>indica</i>	Fruta comestible
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>cherimola, muricata</i>	Fruta comestible
Apiaceae	<i>Corandrium</i>	<i>sativum</i>	Planta condimento
Arecaceae	<i>Cocos</i>	<i>nucifera</i>	Fruta comestible
Arecaceae	<i>Phoenix</i>	<i>dactylifera</i>	Fruta comestible
Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>tequilana, americana, angustifolia, cupreata</i>	Bebida estimulante
Asteraceae	<i>Carthamus</i>	<i>tinctorius</i>	Semilla comestible y aceite
Asteraceae	<i>Helianthus</i>	<i>annus</i>	Semilla comestible y aceite
Bixaceae	<i>Bixa</i>	<i>orellana</i>	Semilla (condimento)
Bromeliaceae	<i>Anana</i>	<i>comosus</i>	Fruta comestible
Cactaceae	<i>Hylocereus</i>	<i>undatus, purpusii</i>	Fruta comestible
Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha, ficus-indica</i>	Fruta comestible
Cactaceae	<i>Stenocereus</i>	<i>pruinosis</i>	Fruta comestible
Caricaceae	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>	Fruta comestible
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>batatas</i>	Tubérculo comestible
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i>	<i>pepo, angyrosperma, ficifolia, moschata</i>	Fruto y semillas comestibles
Cucurbitaceae	<i>Sechium</i>	<i>edule</i>	Fruto comestible
Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>kaki, acapulcensis</i>	Fruta comestible
Fabaceae	<i>Arachis</i>	<i>hypogaea</i>	Semilla comestible
Fabaceae	<i>Cicer</i>	<i>arietinum</i>	Semilla comestible
Fabaceae	<i>Glycine</i>	<i>max</i>	Semilla comestible
Fabaceae	<i>Lupinus</i>	<i>angustifolius</i>	Semilla comestible
Fabaceae	<i>Pachyrhizus</i>	<i>erosus</i>	Raíz comestible
Fabaceae	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris, coccineus</i>	Semilla comestible
Fabaceae	<i>Pisum</i>	<i>sativum</i>	Semilla comestible
Fabaceae	<i>Tamarindus</i>	<i>indica</i>	Frutos comestible
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>guajaba</i>	Fruta comestible
Lauraceae	<i>Persea</i>	<i>americana</i>	Fruto comestible
Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	<i>sabdariffa</i>	Bebida saborizante
Malvaceae	<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>	Fruto (chocolate)
Poaceae	<i>Hordeum</i>	<i>vulgare</i>	Semilla comestible
Poaceae	<i>Oryza</i>	<i>sativa</i>	Semilla comestible
Poaceae	<i>Sorghum</i>	<i>bicolor</i>	Semilla comestible
Poaceae	<i>Triticum</i>	<i>aestivum</i>	Semilla comestible
Poaceae	<i>Zea</i>	<i>mays</i>	Fruto comestible
Rubiaceae	<i>Coffea</i>	<i>arabica</i>	Semilla (bebida)
Rutaceae	<i>Casimiroa</i>	<i>edulis</i>	Fruta comestible
Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>aurantiifolia, latifolia</i>	Fruto comestible
Sapotaceae	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>	Fruta comestible

Familia	Género	Especie	Uso principal
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>sapota</i>	Fruta comestible
Solanacea	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>	Fruto comestible
Solanacea	<i>Physalis</i>	<i>ixocarpa</i>	Fruto comestible
Solanacea	<i>Solanum</i>	<i>licopersicum, tuberosum</i>	Fruto y Tuberculo

2.10. RECURSOS FITOGENÉTICOS CON OTROS USOS

Además del uso alimenticio o como fuente de alimento animal, los recursos fitogenéticos satisfacen otras necesidades del ser humano, ya sea como materia para la construcción de sus viviendas, textiles, combustibles, medicamentos o reactivos para la industria, entre otros.

2.10.1. En los hábitats naturales

De las 52 familias estudiadas en hábitat natural, 25 presentaron géneros y especies que tienen usos diferentes a la alimentación. Se detectaron 101 géneros con los siguientes usos: 88 tienen uso ornamental, nueve medicinal, dos maderables, uno textil y uno para cercas vivas y leña. Destacan por un uso diferente al alimenticio 43 géneros de la familia Orchidaceae y 29 de la familia Cactaceae (Cuadro 17).

Cuadro 17. Familias, géneros y especies con usos diferentes a la alimentación humana estudiados en los hábitats naturales de México.

Familia	Género	Especie	Uso principal
Cactaceae	<i>Acharagma, Aporocactus, Ariocarpus, Astrophytum, Aztekium, Cephalocereus, Coryphantha, Cyliindropuntia, Echinocactus, Echinocereus, Epithelantha, Escontria, Ferocactus, Geohintonia, Glandulicactus, Lemaireocereus, Leuchtenbergia, Lophocereus, Mammillaria, Mammillloydia, Marginatocereus, Melocactus, Myrtillocactus, Neobuxbaumia, Pachycereus, Pelecyphora, Polaskia, Pseudomitrocereus, Turbinicarpus</i>	Varias especies	Ornamental
Asparagaceae	<i>Yucca</i>	<i>arizonica, carnerosana, coahuilensis, decipiens, elata, filifera</i>	Ornamental
	<i>Beaucarnea</i>	<i>goldmanii, gracilis, inermis, plibialis, purpusii, recurvata, stricta</i>	Ornamental
Fabaceae	<i>Leucaena</i>	<i>esculenta, leucocephala</i>	cercas vivas y leña
Orchidaceae	<i>Acineta, Arpophyllum, Aspidogyne, Bletia, Brassavola, Brassia, Catasetum, Chysis, Coelia, Cuitlauzina, Cyrtopodium, Dichaea, Dinema, Domingoa, Elleanthus, Encyclia, Epidendrum, Erycina, Galeandra, Gongora, Hagsatera, Isochilus, Jacquiniella, Kafersteinia, Laelia, Lepanthes, Lycaste, Macroclinium, Maxillaria, Mormodes, Mormolyca, Myrmecophila, Nidema, Notylia, Oncidium, Prosthechea, Rhyncholaelia, Rhynchostele, Sobralia, Stanhopea, Stelis, Trichocentrum, Xylobium</i>	Varias especies	Ornamental

Familia	Género	Especie	Uso principal
Bromeliaceae	<i>Aechmea, Billbergia, Catopsis, Hechtia, Tillandsia</i>	Varias especies	Ornamental
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>pulcherrima</i>	Ornamental
Asteraceae	<i>Cosmos</i>	<i>parviflorus</i>	Ornamental
	<i>Dahlia</i>	<i>gypsicola, mixtecana, oaxacana, tamaulipana</i>	Ornamental
Malvaceae	<i>Gossypium</i>	<i>Hirsutum</i>	Textil
Crassulaceae	<i>Echeveria</i>	<i>juliana, longissima, magnifica, nuyooensis, triqui-ana, amphoralis, elegans, laui, moranii, purpusorum, setosa, rechenheimii, citrina, vitellina</i>	Ornamental
Araceae	<i>Xanthosoma</i>	<i>rubustum</i>	Ornamental
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>cooperi, duranguensis, engelmannii, herrerae</i>	Maderable
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis</i>	<i>concina, guerreroensis</i>	Ornamental
Begoniaceae	<i>Begonia</i>	<i>gracilis, barkeri</i>	Ornamental
Apocynaceae	<i>Asclepias</i>	<i>euphorbiifolia</i>	Medicinal
Araliaceae	<i>Hydrocotyle</i>	<i>ranunculoides</i>	Medicinal
Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>xalapensis</i>	Medicinal
Fagaceae	<i>Quercus</i>	Sp.	Medicinal
Gentianaceae	<i>Eustoma</i>	<i>exaltatum</i>	Ornamental
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia</i>	<i>platycarpa</i>	Medicinal
Montiaceae	<i>Calandrinia</i>	<i>ciliata, acaulis</i>	Ornamental
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	Sp.	Maderable
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	Sp.	Medicinal
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i>	<i>icosandra</i>	Medicinal
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Australis</i>	Medicinal
Urticaceae	<i>Urtica</i>	<i>Dioica</i>	Medicinal

2.10.2 En los sistemas agrícolas tradicionales

De las 27 familias estudiadas *in situ*, nueve presentaron al menos un género con usos diferentes a la alimentación humana, de los cuales tres son usados como ornamental, tres como colorante, dos en la industria textil y uno medicinal (Cuadro 18).

Cuadro 18. Familias, géneros y especies con uso distinto a la alimentación humana estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales de México.

Familia	Género	Especies	Usos potenciales
Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>Americana</i>	Textil (pita)
Bixaceae	<i>Bixa</i>	<i>Orellana</i>	Colorante
Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>Cochinillifera</i>	Colorante
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	<i>Batatas</i>	Colorante
Crassulaceae	<i>Echeveria</i>	<i>Elegans</i>	Ornamental

Familia	Género	Especies	Usos potenciales
Cucurbitaceae	<i>Sechium</i>	<i>Edule</i>	Medicinal
Iridaceae	<i>Tigridia</i>	<i>pavonia</i>	Ornamental
Malvaceae	<i>Gossypium</i>	<i>Hirsutum</i>	Textil
Orchidaceae	<i>Laelia</i>	<i>Autumnalis</i>	Ornamental

2.11. ESTADO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS ESTUDIADOS *IN SITU*

La información de las especies que se encuentran en riesgo se obtuvo de las encuestas realizadas para el informe 2020, que se aplicaron a investigadores ubicados en varios estados de México y que trabajan en diferentes nichos ecológicos.

2.11.1. En los hábitats naturales

Es importante mencionar que la información descrita a continuación incluye a algunas especies cultivadas que, de acuerdo a la información recabada en las entrevistas, fueron estudiadas en sus ambientes naturales o cultivados.

Del total de especies reportadas (1,466) como estudiadas *in situ* en sus hábitats naturales (Cuadro 19), 392 se reportan en situación de riesgo. La mayor parte de estas especies pertenecen a la familia Cactaceae (45.6 %), Asparagaceae (11.9 %) y Orchidaceae (9.9 %) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Proporción de las especies estudiadas o inventariadas *in situ* reportadas en situación de riesgo.

Familia	Total de especies estudiadas o inventariadas	Especies en situación de riesgo	Especies en situación de riesgo (%)
Amaranthaceae	45	2	4.4
Amaryllidaceae	2	2	100.0
Anacardiaceae	5	3	60.0
Annonaceae	20	1	5.0
Apiaceae	2	0	0.0
Apocynaceae	1	0	0.0
Araceae	4	0	0.0
Araliaceae	1	0	0.0
Asparagaceae	174	47	27.0
Asteraceae	33	2	6.1
Begoniaceae	2	0	0.0

Familia	Total de especies estudiadas o inventariadas	Especies en situación de riesgo	Especies en situación de riesgo (%)
Brassicaceae	5	0	0.0
Bromeliaceae	51	6	11.8
Cactaceae	286	179	62.6
Caricaceae	2	0	0.0
Convolvulaceae	191	0	0.0
Crassulaceae	11	8	72.7
Cucurbitaceae	22	7	31.8
Dioscoreaceae	2	2	100.0
Ebenaceae	34	2	5.9
Ericaceae	1	0	0.0
Euphorbiaceae	49	3	6.1
Fabaceae	102	22	21.6
Fagaceae	1	0	0.0
Gentianaceae	1	0	0.0
Hydrophyllaceae	1	0	0.0
Iridaceae	2	2	100.0
Lamiaceae	4	1	25.0
Lauraceae	26	11	42.3
Malpighiaceae	4	1	25.0
Malvaceae	20	13	65.0
Montiaceae	1	0	0.0
Musaceae	1	0	0.0
Myrtaceae	11	0	0.0
Oleaceae	1	0	0.0
Orchidaceae	68	39	57.4
Pinaceae	4	0	0.0
Oxalidaceae	1	0	0.0
Pedaliaceae	1	0	0.0
Phytolaccaceae	1	0	0.0
Piperaceae	2	0	0.0
Plantaginaceae	1	0	0.0
Poaceae	27	8	29.6
Polygonaceae	3	0	0.0
Rosaceae	78	3	3.8
Rubiaceae	2	1	50.0
Rutaceae	12	2	16.7
Sapotaceae	22	3	13.6
Simmondsiaceae	1	0	0.0
Solanaceae	121	22	18.2
Urticaceae	1	0	0.0
Verbenaceae	1	0	0.0

2.11.2. En los sistemas agrícolas tradicionales

Como parte de los sistemas agrícolas tradicionales se reportaron 134 especies estudiadas (Cuadro 20); de las cuales 52 (38.8 %) se reportaron en situación de riesgo. También como parte de la información recabada en las encuestas, se reportaron 611 variedades de los agricultores o variedades nativas, y 148 se reportan como amenazadas.

Cuadro 20. Proporción de las especies estudiadas o inventariadas *in situ* reportadas en situación de riesgo.

Familia	Total de especies estudiadas o inventariadas	Especies en situación de riesgo	Especies en situación de riesgo (%)
Amaranthaceae	5	1	20.0
Amaryllidaceae	2	2	100.0
Anacardiaceae	1	1	100.0
Annonaceae	4	1	25.0
Apiaceae	1	0	0.0
Arecaceae	2	0	0.0
Asparagaceae	50	15	30.0
Asteraceae	1	1	100.0
Bixaceae	1	0	0.0
Bromeliaceae	1	1	100.0
Cactaceae	5	3	60.0
Caricaceae	1	0	0.0
Convolvulaceae	1	0	0.0
Crassulaceae	1	1	100.0
Cucurbitaceae	3	2	66.7
Ebenaceae	4	2	50.0
Fabaceae	11	3	27.3
Myrtaceae	1	0	0.0
Iridaceae	1	1	100.0
Lauraceae	2	1	50.0
Malvaceae	4	2	50.0
Orchidaceae	7	5	71.4
Poaceae	11	2	18.2
Rubiaceae	1	1	100.0
Rutaceae	3	2	66.7
Sapotaceae	2	2	100.0
Solanaceae	8	3	37.5

2.12. DOCUMENTACIÓN

Como resultado de las encuestas realizadas para el informe comprendido entre los años 2012 a 2019, en el Cuadro 21 se presenta un análisis de las publicaciones generadas. De las 80 instancias que señalaron haber realizado algún proyecto de conservación *in situ* de RFAA, 34 % generó algún tipo de publicación en el tema durante el periodo del informe. De las 51 publicaciones generadas, 45 % correspondió a artículos, 16 % a folletos, 16 % a informes, 13 % a libros y 10 % a tesis. A nivel regional, la región Centro Sur fue la que generó mayor número de publicaciones (47 %), esto puede deberse al mayor número de proyectos ejecutados en esta región. En relación al tipo de publicaciones, la tendencia es a generar artículos científicos, esto se entiende por la naturaleza de las instituciones; sin embargo, en la región Centro Sur el mayor número de documentos fueron folletos, siendo la única región con este tipo de publicación. Sería recomendable que se publicaran más folletos en todas las regiones del país, a fin de que estuvieran disponibles en las regiones donde se llevan a cabo las actividades de conservación *in situ*, y puedan ser aprovechados para uso y conocimiento de las personas que realizan estas actividades a nivel local.

Cuadro 21. Cantidad y tipo de publicaciones derivadas de los proyectos de conservación *in situ* conducidos durante los años 2012-2019 en México.

Región	Instituciones con publicaciones	Periodo (Años)	Tipo de Publicación							Total
			A	L	M	F	T	I	MEM	
Centro	10	2012-2019	9	2	0	0	4	3	0	18
Centro Sur	11	2012-2019	7	4	0	8	1	4	0	24
Noroeste	2	2019	1	0	0	0	0	1	0	2
Noreste	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Sureste	4	2014-2019	6	1	0	0	0	0	0	7
Total	27		23	7	0	8	5	8	0	51

A = Artículo; L = Libro; M = Monografía; F = Folleto; T = Tesis; I = Informe; Mem = Memoria de Congreso.

2.13. CONCLUSIONES

- a. Se obtuvieron avances importantes en el estudio y conservación *in situ* de las especies nativas de México, tanto en las áreas naturales, como en las áreas cultivadas. Participaron en este trabajo 80 diferentes instancias, con 285 profesionistas y se involucraron en el proceso de conservación a 24,134 agricultores. Aun cuando se han incorporado un mayor número de instituciones e investigadores, hace falta incrementar el número de personas y proyectos para poder documentar y conservar la amplia riqueza vegetal del país.
- b. Los proyectos de conservación *in situ* en los hábitats naturales fue muy reducido (7.9 %), comparado con el de los sistemas agrícolas tradicionales (92.1 %).

- c. Actualmente existen 26 bancos comunitarios de semillas, en 10 estados de México que ayudan a la conservación *in situ*, principalmente de especies como maíz, frijol y calabaza. El número de bancos de semillas es insuficiente para cubrir la enorme diversidad de nichos ecológicos de México.
- d. Se implementó la metodología de mejoramiento participativo, principalmente en el cultivo de maíz, y se hace necesario ampliar esta metodología a otras especies, dada la enorme variación de nichos ecológicos de México. De esta manera se obtendrá una mejor adopción de las variedades que se generen.
- e. Se incrementó el número de áreas naturales protegidas en el país, pasando de 152 en el año 2016 a 182 en el año 2020. Actualmente se tiene una superficie protegida de 90, 838 522 hectáreas.
- f. Por parte de la CONANP se implementó el programa de maíz criollo en las áreas naturales protegidas de México. Se impactó en 28 estados, 296 municipios y 1,099 localidades, beneficiando a 77,064 productores de 23 grupos étnicos.
- g. Con el programa de incentivos a la conservación impulsado por el SINAREFI, se conservaron 52 razas de maíz en 20 estados de la República.
- h. Un mayor número de familias (52) y especies (1,466) fueron estudiadas *in situ* en su hábitat natural, respecto a las estudiadas en los sistemas agrícolas tradicionales, donde solo se trabajó con 27 familias y 135 especies.
- i. De los recursos fitogenéticos con uso alimenticio en hábitat natural se detectaron 30 familias, y 23 en los sistemas agrícolas tradicionales. Respecto a los recursos con otros usos, se detectaron 85 géneros con usos tan variados como: ornamentales (88), medicinales (9), maderables (2) Textil (1) y cercas vivas (1).
- j. Existen varias especies en peligro de extinción o amenazadas que requieren acciones de conservación *in situ* y *ex situ*. De 1,466 especies estudiadas en hábitat natural, 392 se reportaron en situación de riesgo; en tanto en los sistemas agrícolas tradicionales, de 134 especies estudiadas, 52 se reportaron como amenazadas.



2.14. RECOMENDACIONES

- a.** Impulsar la creación de nuevos bancos comunitarios de semillas a nivel país para la conservación de los cultivos de importancia económica y cultural, así como de aquellos cultivos amenazados o en peligro de extinción. Los bancos se deben establecer en áreas estratégicas de alta diversidad de especies y en las zonas más vulnerables con ocurrencia de desastres naturales (inundaciones, bajas temperaturas, entre otros).
- b.** Impulsar el uso de la metodología de mejoramiento participativo en las especies nativas por la enorme diversidad de nichos ecológicos presentes en México. Esta acción puede ayudar a tener una mayor adopción de las variedades mejoradas que se generen en el país.
- c.** Apoyar con recursos económicos a la CONANP para que realice un eficiente trabajo de conservación de las áreas naturales protegidas.
- d.** Incluir estrategias de inventario, conservación *in situ*, mejoramiento genético, manejo agronómico y análisis fitoquímico de las plantas medicinales y los quelites.
- e.** Se debe impulsar la participación de un mayor número de profesionistas e instancias en trabajos de conservación *in situ* en la región noreste del país, porque durante el periodo de estudio solo participaron seis instancias, 8 profesionistas y 575 productores.
- f.** Es importante crear bancos de semillas de las especies en peligro de extinción o amenazadas, así como de las variedades de importancia económica y cultural de México, para enfrentar los desastres naturales que se presentan como consecuencia del cambio climático. Se debe resguardar suficiente semilla para dar respuesta rápida para la bioremediación del desastre.
- g.** El gobierno mexicano debe apoyar con mayores recursos económicos los proyectos de conservación, mejoramiento y utilización de los recursos fitogenéticos, porque son un elemento estratégico para la soberanía alimentaria Nacional.



2.15. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre G., J. A., Hernández G., J. A., Sahagún C., L.; Ortega P., R., Aragón C., F., Dzib A., L., De la O O., M., García H., M. R.; Gómez M., N. O., Pérez C., O. B., y Esparza M., R. (2018). Conservación y manejo *in situ*. En: Ramírez-Galindo, J., y González-Santos, R. (Eds). Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. Pp 6-33.
- Almekinders, C.; J. Molina C.; R. Herrera-Torres; S.L. Merlo-Olivera; J.M. González-Suárez; J. García-Carrasco. (2006). Experiencias y aprendizajes del desarrollo de variedades de frijol de manera participativa en el Norte de Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana* 17(3): 327-336. ISSN: 1021-7444
- Altieri, M. A.; and Merrick, L. C. (1987). *In situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economia Botany* 41(11): 86-96.
- Altieri, M. A.; y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8(1): 7-20.
- Aragón-Cuevas, F.; Castro G., F. H.; Cabrera T., J. M.; y Osorio A., L. (2011). Bancos comunitarios de semillas para conservar *in situ* la diversidad vegetal. Publicación especial No. 9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRPAS Campo experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, México. 79 p.
- Aragón Cuevas, F. (2016). Bancos comunitarios de semillas en Oaxaca. In: Vernooy, R.; Shrestha, P.; Sthapit, B.; Ramírez, M. (Eds). 2016. Bancos Comunitarios de Semillas: Orígenes, Evolución y Perspectivas. Bioversity International, Lima, Perú. 1a. edición. Pp 136-139.
- Aragón Cuevas, F. (2016). Estrategias de conservación *in situ* de la milpa en Oaxaca. En: Fundación Herdez A.C. (2016). El maíz: Nuestro rostro, nuestro corazón. México. Pp. 71-82.
- Avendaño-Arrazate, C.H., Mendoza López A., Hernández Gómez, E., López-Guillen, G., Martínez-Bolaños, M., Caballero-Pérez, J.F., Guillén-Díaz, S., Espinosa-Zaragoza, S. (2013). Mejoramiento genético participativo en cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agroproductividad*, 6, 71-80.
- Avendaño-Arrazate, C.H., Guillén-Díaz, S., Hernández-Gómez, E. (2018). "Regalo de Dios", clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) tolerante a *Moniliophthora roreri* Cif & Par para la renovación de las zonas cacaoteras de México. *Agroproductividad*, 9, 173-176.
- Bernal C., D. R. (2013). El acceso a recursos genéticos en pueblos indígenas y el Convenio de Diversidad Biológica. *Civilizar* 13(24): 47-62.
- Bye, R.; y Linares, E. (2000). Los quelites, plantas comestibles de México: una reflexión sobre intercambio cultural. *CONABIO, Biodiversitas* 31: 11-14.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2020a). Sistema de consulta de declaratorias. 2000-2020. CENAPRED. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/#>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2020b). Base de datos sobre el impacto socioeconómico de los daños y pérdidas ocasionados por los desastres en México. CENAPRED. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/descargas.html>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (2014). Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014 - 2018. SEMARNAT-CO-NANP. México
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2016). Programa de Conservación de Maíz Criollo en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2020). Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020 - 2024. SEMARNAT-CO-NANP. México. https://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DES/PNANP2020-2024.pdf
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). s.f. ¿Qué hacemos? Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <https://www.gob.mx/conanp/que-hacemos>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2006). Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Pp 13-19.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). Diversidad natural y cultural. Maíces. Razas de maíz de México. CONABIO. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>
- García-Mendoza, A.; y Galván V., R. (1995). Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 56: 7-24.
- Gil M., A. 2006. Conservación *in situ*. In. Molina M., J. C.; y Córdova T., L. (eds). (2006). Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. Pp 30-66.
- Granados S., D.; López R., G. F.; y Hernández-García, M. A. (2009). Recursos genéticos, biotecnología y propiedad intelectual. *Revista Chapingo Seria Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(2): 127-140.
- iPlant Collaborative. (2020, 26 de noviembre). Taxonomic Name Resolution Service v4.1. <http://tnrs.iplantcollaborative.org/TNRSapp.html>
- Jarvis, D.I.; Myer, L.; Klemick, H.; Guarino, L.; Smale, M.; Brown, A.H.D.; Sadiki, M.; Sthapit, B.; y Hodgkin, T. (2006). Guía de capacitación para la conservación *in situ* en fincas. Versión 1. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Roma, Italia. Pp 2-11.
- Jarvis, D. I.; Padoch, C.; and Cooper, H. D. (2007). La biodiversidad, la agricultura y los servicios ambientales. In D. I. Jarvis, C. Padoch y H. D. Cooper (Eds) Manejo de la agrobiodiversidad en los ecosistemas agrícolas. Traducido por Alexandra Walter. Bioversity International. Roma. Pp 1-13.
- Linares Mazari, E.; y Bye B., R. (2015). Las especies subutilizadas de la milpa. *UNAM Revista Digital Universitaria* 16(5) <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art35/>
- Manson, R. H.; Jardel, E.; Jiménez-Espinoza, M.; y Escalante-Sandoval, C. A. (2009). Perturbaciones y desastres naturales: impacto sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. In Dirzo, R.; González, R.; y March, I. J. (comps.). Capital Natural de México. Vol. II. Estado de conservación y tendencias de cambio, México. CONABIO. Pp. 131-184
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f) Recursos fitogenéticos o se utilizan o se pierden. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. http://www.fao.org/fileadmin/templates/hr/documents/CGRFA/factsheets_plant_es.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). Agricultores Mejoradores de su Propia Semilla. Fortalecimiento de la Producción de Maíz a Través del Fitomejoramiento Participativo en Comunidades de Sololá. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Guatemala.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). La Gestión de Riesgos Climáticos Catastróficos para el Sector Agropecuario en México: Caso del Componente para la Atención a Desastres Naturales para el Sector Agropecuario. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.

- Pezoa, A. (2001). Estrategias de Conservación de la Diversidad Biológica. *In*. Squeo, F.A.; G. Arancio, F.A.; y Cutiérez, J.R. (Eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. Pp 273-280.
- Rossi, D. (2007). Los recursos fitogenéticos y su marco regulatorio internacional. Universidad Nacional de Rosario. *Revista Agromensajes* 21:03-13.
- Sthapit, B. (2013). Emerging Theory and Practice: Community Seed Banks, Seed System Resilience and Food Security. *In* Shrestha, P.; Vernooy, R.; and Chaudhary, P. (Eds). *Community Seed Banks in Nepal: Past, present, future*. Proceedings of a National Workshop. LI-BIRD/USC Canada Asia/Oxfam/The Development Fund/IFAD/Bioversity Internationa. Pokhara, Nepal.16-40.
- Thompson, I. (2011). Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. *Unasyva* 238(62): 25-30.
- Vera S., K. S, R. González S y F. Aragón C. (2016). Bancos comunitarios de semillas en México: Una estrategia de conservación in situ *In*: Vernooy, R.; Shrestha, P.; Sthapit, B.; Ramírez, M. (Eds). 2016. *Bancos Comunitarios de Semillas: Orígenes, Evolución y Perspectivas*. Bioversity International, Lima, Perú. 1a. edición. Pp 248-253.
- Vernooy, R.; Shrestha, P.; y Sthapit, B. (2016). Las valiosas, pero poco conocidas crónicas de los bancos comunitarios de semillas. *In*. Vernooy, R.; Shrestha, P.; Sthapit, B.; Ramírez, M. (Eds). *Bancos Comunitarios de Semillas: Orígenes, Evolución y Perspectivas*. Bioversity International, Lima, Perú. Pp 1-7.
- Vernooy, R.; Sthapit, B.; y Bessette, G. (2018). Bancos comunitarios de semillas: concepto y práctica. Manual para el facilitador. Bioversity International, Roma, Italia.
- Villaseñor, J. L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Rev. Mex. Biodiv.* 87(3):559-902.



Cuadro A1. Unidades de Investigación por región que conducen algún programa, unidad o proyecto relacionado con la conservación *in situ* de recursos fitogenéticos.

Región	Campos experimentales del INIFAP	Centros de Educación Superior	Otros
Centro	Bajío Centro Altos de Jalisco Centro Nacional de Recursos Genéticos San Luis Santiago Ixcuintla Tecomán	Centro Universitario de la Ciénega-UDG, Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco-CONACYT, Instituto Tecnológico de Roque, Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Michoacán, Centro Regional Universitario Centro Occidente-UACH, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-UDG, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Nayarit, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Región Occidente y Pacífico Centro Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Querétaro
Centro Sur	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias Cotaxtla Iguuala Ixtacuaco Valle de México Valles Centrales de Oaxaca Zacatepec	Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Colegio de Postgraduados Campus Puebla, Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, Instituto Politécnico Nacional, Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Centro Regional Universitario Oriente-UACH, Centro Regional Universitario Sur-UACH, Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Autónoma de Guerrero, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Veracruzana, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Universidad Tecnológica de la Mixteca	Agrobiotecnología y Mejoramiento Genético SPR de RL de CV Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Federación Indígena Empresarial y Comunidades Locales de México Grupo Interdisciplinario de Investigación en <i>Sechium edule</i> A.C. Red Indígena de Turismo de México Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
Noroeste	Norman E. Borlaug Todos Santos Valle del Fuerte Valle de Mexicali	Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad de Sonora, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) Unidad Guerrero Negro-CONACYT, Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No.133	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Región Noroeste y Alto Golfo de California
Noreste	Rio Bravo Huastecas General Terán Saltillo	Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 286	
Sureste	Campeche Centro de Chiapas Huimanguillo Mocochá Rosario Izapa	Centro de Investigación Científica de Yucatán-CONACYT, Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Instituto Tecnológico de Chiná, Instituto Tecnológico de Comitán, Instituto Tecnológico de Conkal, Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo, Universidad Intercultural del Estado de Tabasco, Universidad Autónoma de Tabasco, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	

Cuadro A2. Listado de proyectos, programas o unidades de conservación *in situ*.

Región	Total	Proyectos
Centro	49	En hábitat natural:
		1. Programa de recuperación y repoblación de especies en riesgo
		En sistemas agrícolas tradicionales:
		1. Evaluación de variedades de <i>A. angustifolia</i> de Jalisco con fines de registro
		2. Evaluación de variedades de Agave de Tamaulipas con fines de registro
		3. Aprovechamiento sustentable de las papas silvestres en Aguascalientes y San Luis Potosí
		4. Producción de semilla e hibridaciones de especies de Agave subgénero <i>Agaveae</i> para fines de conservación y producción comercial. Zacatlán, Puebla.
		5. Apoyo a siembra, cultivo, cosecha y selección de semilla para nuevo ciclo
		6. Conservación genética de los maíces nativos del estado de Nayarit.
		7. Colecta y caracterización de materiales sobresalientes de guanábana
		8. Producción de semilla de variedades y registro de híbridos de chile ancho y guajillo
		9. Caracterización y registro de variedades de chile pasilla que se cultivan en el Valle de Querétaro
		10. Salvaguardando a los parientes silvestres de cultivos mesoamericanos
		11. Mejoramiento participativo <i>in situ</i> y producción sustentable de maíces nativos en el estado de Michoacán y Querétaro
		12. Grupos de custodios: Conservación y aprovechamiento de los maíces nativos de Michoacán con problemas de pérdida de diversidad
		13. Regeneración y caracterización de chiles criollos y silvestres (<i>Capsicum</i> sp) colectados en diferentes ecorregiones de México
		14. Caracterización fenólica y de actividades biológicas de maíces con pigmentos antociano entre razas mexicanas
		15. Uso de silicio e inductores de resistencia en relación a Huanglongbing (HLB)
		16. Mejoramiento de maíces nativos
		17. Variedades resistentes a virus para la producción sustentable de frijol negro en el centro occidente de México
		18. Transferencia de tecnología en la producción nuevas variedades de frijol negro de alto potencial de producción y comercialización a nivel nacional (variedades coranay y costenay en el Estado de Nayarit)
		19. Curso de capacitación en el manejo agronómico del cultivo de frijol
		20. Evento demostrativo con conferencias: producción de semilla de frijol
		21. Paquete tecnológico de frijol y nueva alternativa para el control de plagas
		22. Variedades de frijol con potencial para la llanura costera de Nayarit
		23. Uso de trampas y elaboración de productos orgánicos
		24. Nuevas tecnologías en la producción de frijol
		25. Caracterización y evaluación de variedades locales
		26. Capacitación sobre establecimiento de Agrobosque de piña, Tomatlán, Jalisco
		27. Cultivos alternativos para las áreas de riego del Altípano
		28. Reproducción de Agave americana y Agave inaequidens para la reintroducción en Michoacán
		29. Micropropagación de Agave angustifolia y trasplante en áreas sobre aprovechadas comprendidas en la denominación de origen del bacanora
		30. Programa de conservación de recursos naturales, gobierno del estado de Jalisco
		31. El gen de la oleosina del fruto de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> var <i>drymifolia</i>)
		32. Programa de Conservación Maíz Criollo
		33. Capacitación sobre establecimiento de viveros y producción agave
		34. Búsqueda de fuentes de germoplasma de maíz para resistencia a insectos.
35. Conservación y aprovechamiento sustentable de las razas de maíz en México		
36. Contribución del Maíz Jala en maíces mejorados		
37. Diplomado de Berries		

Región	Total	Proyectos
		38. Generación de híbridos y variedades de sorgo y componentes tecnológicos para su producción en el bajo
		39. Generación y transferencia de tecnología para el desarrollo sustentable del cultivo de guanábana
		40. Manejo y conservación in situ de los recursos fitogenéticos en sistemas Indígenas del uso de la tierra en la Huasteca Potosina.
		41. Mejoramiento genético de maíz
		42. Mejoramiento sustentable de la producción agrícola
		43. Nuevos paradigmas para un aprovechamiento sostenible de nuestro agave
		44. Prácticas para establecer pastos y leguminosas tropicales en la costa de Jalisco
		45. Rescate y Caracterización de Aguacate Criollo (Persea americana Mill. Var. drymifolia)
		46. Taller demostrativo sobre selección masal estratificada participativa de maíz
		47. Validación de poblaciones silvestres de Carica papaya en los estados de Nayarit, Colima, Jalisco, y Sur de Sinaloa.
		48. Variación intraespecífica de Agave mapisaga Trel. y Agave salmiana Otto ex Salm-Dyck. (Asparagaceae) relacionada con los usos ancestrales en la región HÑAHÑU en el centro de México
Centro Sur	109	En hábitat natural:
		1. Aprovechamiento sustentable de las echeverias en Oaxaca y Puebla con al menos 5 productores participantes
		2. Evaluación, manejo y aprovechamiento sustentable de bromelias
		3. Mejoramiento participativo en bancos comunitarios de orquídeas en Veracruz y Oaxaca
		4. Identificación y mantenimiento de dos agroecosistemas de chirimoya en la zona de producción del estado de Michoacán.
		5. El conocimiento de la mujer indígena y su aplicación para el uso y transformación de la biodiversidad
		6. Recursos maderables en el sistema agroforestal cacao en Cárdenas, Tabasco.
		7. Diagnóstico de diversidad de orquídeas en el municipio de la heroica ciudad de Tlaxiaco (Capilla del Carrizal), Oaxaca.
		8. Protocolos Comunitarios Bioculturales
		9. Diversidad y distribución del género Tripsacum (Poaceae: Tripsacinae) en México. Segunda Fase.
		10. Monitoreo de las poblaciones de teocintle (Zea spp.), aprovechamiento y estrategias de conservación en México.
		11. Programa para la conservación de las poblaciones silvestres del género Gossypium en México
		En sistemas agrícolas tradicionales:
		1. Mejoramiento participativo de materiales tolerantes a restricciones de humedad
		2. Mejoramiento Participativo para conservar y mejorar poblaciones nativas de maíz
		3. Evaluación, mejoramiento y aprovechamiento sustentable en Nochebuena
		4. Desarrollo de variedades locales sobreproductoras de aceite esencial
		5. Utilización, difusión y conservación de tigrídias
		6. Evaluación y aprovechamiento de calabaza
		7. Selección participativa de genotipos de amaranto.
		8. Mejoramiento participativo en cuatro razas de algodón de la especie Gossypium hirsutum para mejorar la calidad de fibra.
		9. Mejoramiento participativo de especies del género Psidium en la región sur-occidente de Jalisco
		10. Mejoramiento participativo de nogal pecanero
		11. Manejo del cultivo de la vainilla de manera orgánica con la participación de productores.
		12. Evaluación y aprovechamiento sustentable de chayote
		13. Conservación, Caracterización y mejoramiento de los recursos genéticos de Tomate de Cáscara (Physalis ixocarpa Brot. ex Horma.) en México
		14. Amaranto en la soberanía alimentaria
		15. Mejoramiento genético participativo en sapotáceas
		16. Mejoramiento participativo en Puebla.
		17. Manejo y Mejoramiento de Chayote (Cambio)
		18. Cultivo de nochebuenas silvestres en Tehuilotepic, Taxco, Guerrero
		19. Fomentando la Recuperación de los Pastizales.

Región	Total	Proyectos
		20. Mejoramiento genético y manejo integral para el aprovechamiento sustentable de las orquídeas de México
		21. Conservación, mejoramiento y manejo integral para el aprovechamiento sustentable de orquídeas en México
		22. Banco Nacional de Germoplasma de Café
		23. International Multi-Location Variety Trial
		24. Colecta de especies de Agave de Tamaulipas
		25. Banco de germoplasma de algodón, maíz y forrajes. C.E. IGUALA
		26. Banco de germoplasma de jamaica C.E. IGUALA
		27. Crecer en la Adversidad
		28. Rescate genético de la Chía (Salvia hispanica L.) en el Municipio de Atzizihuacan, Puebla
		29. Aprovechamiento del Germoplasma, Desarrollo Tecnológico e innovación en Cadenas de Valor de Anonáceas en México.
		30. Transferencia de tecnología para la utilización de forrajes alternativos en la alimentación de ganado en el estado de Guerrero
		31. Especies forrajeras en Guerrero
		32. Sistemas agroecológicos de café
		33. Selección y evaluación de materiales criollos de chabacano
		34. Estrategia de investigación aplicada para el fortalecimiento, innovación y competitividad de la producción de vainilla en México
		35. Sondeo de mercado informal de orquídeas
		36. Mejoramiento genético de maíz nativo por selección masal
		37. Mejoramiento genético de maíz nativo por selección masal/ bancos comunitarios de semillas para el resguardo de la diversidad
		38. Curso de bromelias en el Estado de México: Nuevas técnicas de cultivo y manejo de bromelias
		39. Establecimiento de huertos familiares de aguacate criollo en Veracruz y Tamaulipas
		40. Conservación in situ de romerito.
		41. Manejo integral del agroecosistema
		42. Conservación in situ, participación de agricultores en regeneración de plantas
		43. Diversificación del aguamiel para alargar la vida de anaquel
		44. Evaluación de variedades de agave de Tamaulipas con fines de registro
		45. Ecogeografía y diversidad morfológica del género Crataegus En México, con base en características de semillas y endocarpios
		46. Mejoramiento participativo de maíces del sureste del Estado de México por medio de cruces con mejorados.
		47. Bancos comunitarios de semillas y selección de plantas para la conservación
		48. Caracterización agronómica de recolectas de Jatropha para identificar materiales promisorios
		49. Caracterización fenólica y de actividades biológicas de maíces con pigmentos antociano entre razas mexicanas
		50. Caracterización morfológica de aguacates criollos de las regiones norte, centro, montaña, Sierra y costa Chica de Guerrero
		51. Componentes del grano y usos potenciales
		52. Conservación de la agrobiodiversidad de la Milpa Tarahumara, Chihuahua
		53. Conservación del maíz nativo en el Corredor Biológico Mesoamericano y la promoción de sus productos tradicionales en los mercados turísticos regionales
		54. Conservación in situ y mejoramiento participativo de los maíces nativos y sus parientes silvestres en Oaxaca
		55. Conservación y mejoramiento participativo de maíces criollos del sureste del estado de México
		56. Cruzamiento de materiales silvestres con cultivados
		57. Cultivo y propagación de plantas del género Echeveria
		58. Curso de técnicas de cultivo de Bromelias dirigido a productores
		59. Curso-Taller sobre selección masal a agricultores de la comunidad de San Miguel Canoa
		60. Descripción morfológica y mejoramiento genético en dos especies de dalia (D. coccinea y D. sherffii) bajo condiciones cultivadas en Chihuahua y Chapingo, México.
		61. Elaboración de folleto e impartición de talleres de selección visual de planta y mazorca en maíces nativos
		62. Estrategias para la adaptación y mitigación al cambio climático necesarias para el rescate del cultivo de la vainilla en México

Región	Total	Proyectos
		63. Estudio de la diversidad genética del género <i>Persea</i> en el Centro de México
		64. Experiencias comunitarias sustentables
		65. Experiencias comunitarias sustentables 2012
		66. Fitomejoramiento participativo del maíz criollo: selección y conservación de semillas en la Chinantla baja del estado de Oaxaca.
		67. Fitomejoramiento participativo en granos básicos como herramienta para el fomento de la seguridad alimentaria y la conservación de la diversidad genética.
		68. Foro asociación de Café y Cacao en zonas marginadas
		69. Foro-Taller para capacitación a Productores de Vainilla
		70. Fundamentos de fitomejoramiento participativo, producción y almacenamiento de semilla de maíz.
		71. Generación de elementos para la construcción de uno o más modelos de conservación in situ de la agrobiodiversidad vinculada a la milpa y sus parientes silvestres en México: Conservación de maíces nativos a través de una estrategia de transformación, valor
		72. Investigación, innovación y transferencia de tecnología para la producción de vainilla, una estrategia para la reactivación del sistema de producción
		73. Limón persa
		74. Maíz nativo en el estado de Morelos, protección y conservación en su estado genético.
		75. Mejoramiento evolutivo en el Olotillo como opción para recuperar diversidad y adaptación local.
		76. Mejoramiento participativo del maíz nativo en áreas marginadas de Oaxaca.
		77. Pagos por conservación a través de custodios de maíces nativos
		78. Plan de Acción Nacional a través de la ejecución de proyectos de conservación, uso sostenible y fortalecimiento de capacidades sobre recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
		79. Premejoramiento y mejoramiento de maíces nativos de Valles Altos Centrales
		80. Propuesta para formular un marco conceptual para las actividades de conservación de las variedades nativas de maíz.
		81. Proyecto Mejoramiento genético y manejo integral para el aprovechamiento sustentable de las orquídeas de México
		82. Recolectas de semilla del género <i>Jatropha</i> en los estados de Guerrero y Oaxaca
		83. Red Nacional Universitaria para el mejoramiento, producción y comercio de semillas en cultivos básicos 2016
		84. Taller de mejoramiento participativo y elaboración de artesanías con hoja (Maíz jala)
		85. Transecto de Tecnología Apropiable
		86. Uso, manejo y calidad nutritiva de amaranto como verdura en la sierra norte de Puebla
		87. Usos locales y preferencias de consumo como factores de diversidad de los maíces nativos de Oaxaca.
		88. Brigada de Promoción del Desarrollo de la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM)
		89. Nodo Oriente del Estado de México de la Red Temática del CONACYT sobre Patrimonio Biocultural
		90. Análisis para la determinación de los centros de origen y diversidad genética de <i>Carica papaya</i> (Caricaceae).
		91. Asegurando el futuro de la Agricultura Mundial frente al cambio climático conservando la Diversidad Genética de los Ecosistemas Tradicionales de México – Proyecto Agrobiodiversidad mexicana.
		92. Diversidad genética de las especies de Cucurbita en México
		93. El género <i>Phaseolus</i> (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae) para México.
		94. Evolución reciente de razas nativas de maíz (<i>Zea mays</i> L.) y sus parientes silvestres: Flujo genético con variedades modernas.
		95. Experiencias comunitarias sustentables 2013
		96. Genética de la conservación de <i>Vanilla planifolia</i>
		97. Programa para México de Conservación y Uso de la Diversidad Genética de las Plantas Domesticadas y sus Parientes Silvestres.
		98. Proyecto Salvaguardando los Parientes Silvestres
Noroeste	26	En hábitat natural:
		1. Propagación y conservación de especies nativas del estado de Coahuila
		2. Área de Protección de flora y fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui
		En sistemas agrícolas tradicionales:
		1. Mejoramiento participativo de dos poblaciones de maíces nativos de Sinaloa.

Región	Total	Proyectos
		2. Mejoramiento de frijol y garbanzo, y otras leguminosas
		3. Proyecto de Desarrollo Territorial
		4. Programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo
		5. Colección, conservación y mejoramiento participativo de los maíces nativos de Sinaloa
		6. Estudio químico y molecular de especies de jatropha adaptadas a las condiciones áridas y semi-áridas en la región centro del Estado de Sonora: Biosíntesis de ácido oleico y linoleico.
		7. Innovación, validación y transferencia de tecnología para leguminosas (frijol y garbanzo) en el noroeste de México.
		8. Validación de Líneas y Variedades de Trigo Cristalino y Harinero en el Sur de Sonora
		9. Programa de agricultura de zona áridas, CIBNOR, Unidad Guerrero Negro
		10. Aspectos del clima y tecnología para la producción de trigo
		11. Avances en la generación de nuevas variedades de Garbanzo
		12. Conservación y aprovechamiento sostenible de las razas nativas de maíz en México
		13. Evaluación de fertilización orgánica y química para incrementar la calidad de la fruta en dátil para el Noroeste de México
		14. Evaluación de variedades mejoradas de maíz
		15. Nuevas variedades de trigo cristalino y harinero y su tecnología de producción para el sur de Sonora 2018
		16. Nuevas variedades de trigo cristalino y harinero y su tecnología de producción para el sur de Sonora 2019
		17. Obtención de variedades y desarrollo de tecnología para el manejo agronómico, fitosanitario y potencial industrial del garbanzo blanco en el noroeste de México
		18. Programa de Mejoramiento Genético de Cártamo del CENEB-CIRNO-INIFAP
		19. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y Alimentación
		20. Tecnología para el manejo clima-fitosanidad en trigo para el sur de Sonora
		21. Tecnología para la producción de trigo en el sur de Sonora
		22. Tepahui F2009: variedad de trigo harinero panadero para el noroeste de México
		23. Validación de variedades de trigo
		24. Variación morfológica y genética e interacción genotipo ambiente, y búsqueda de resistencia al virus PHYVV en poblaciones de chile (<i>Capsicum annuum</i>) silvestre y criollo del noroeste de México
Noreste	8	En hábitat natural:
		1. Ecología reproductiva de Agaves en Miquihuana, Tamaulipas, México
		2. Exploración de la diversidad genética en las razas nativas de maíz y perspectivas para su conservación en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas
		En sistemas agrícolas tradicionales:
		1. Evaluación de los caracteres morfológicos relacionados con la producción de biomasa en sorgo
		2. Banco de germoplasma de cítricos del Campo Experimental General Terán del INIFAP
		3. Banco de germoplasma y Huertas Madre de Piñón Mexicano
		4. Diversidad genética y potencial agronómico en maíces nativos del altiplano de Tamaulipas
		5. Características del pasto Marafalfa
		6. Conservación de germoplasma de cactáceas de ornato del desierto Chihuahuense
Sureste	23	En hábitat natural:
		1. Evaluación morfológica de poblaciones silvestres de <i>Beaucarnea pliabilis</i> (Baker) Rose en la península de Yucatán
		En sistemas agrícolas tradicionales:
		1. Manejo de Achote en solares o traspatio de la Península de Yucatán
		2. Mejoramiento genético participativo en cacao
		3. Diversidad genética de <i>Manihot esculenta</i> Crantz en la Península de Yucatán: Caracterización de la calidad de la harina y su potencial para la alimentación humana y animal
		4. Estrategias para el mejoramiento de la calidad de la papaya
		5. Cultivo orgánico vs. cultivo convencional de Pitahaya (<i>Hylocereus</i> spp.) en la Microrregión de Sabán, Quintana Roo

Región	Total	Proyectos
		6. Caracterización de la producción de pitahaya (<i>Hylocereus</i> spp.) En la zona maya de Quintana Roo, México
		7. Programa de multiplicación de semillas de variedades mejoradas a partir de variedades nativas
		8. Caracterización de frutos de Jocote (<i>Spondias purpurea</i>) de clima templado en la meseta comiteca, Chiapas
		9. Caracterización morfológica de la variedad Pluma Hidalgo y establecimiento del Banco de germoplasma
		10. Chile habanero en Yucatán. Variedades generadas por INIFAP
		11. Conservación, uso y manejo de recursos fitogenéticos.
		12. El germoplasma como punto de partida en el manejo integrado del chile habanero
		13. Etnobotánica participativa de <i>Spondias</i> spp. en Yucatán.
		14. Evaluación, manejo y uso sustentable de los recursos genéticos de algodón en México
		15. Generación de tecnologías para mitigar los efectos de la sequía intraestival en cultivos estratégico (maíz, frijol y trigo) en el sur-sureste de México
		16. Incremento de la productividad del cultivo de maíz en el estado de Campeche,
		17. Productividad del sistema agroforestal cacao en Cárdenas, Tabasco.
		18. Red Papaya
		19. Relación filogenética de diferentes tipos de chile y su resistencia al virus de la hoja blanca
		20. Selección de un ecotipo de <i>Pennisetum purpureum</i> para mejorar la producción de carne con becerros de repasto en la costa de Chiapas.
		21. Tecnología para el desarrollo sustentable de la cadena agroindustrial de chile amashito (<i>Capsicum annum</i> var. <i>Glabriusculum</i>).
		22. Programa de multiplicación de semillas de variedades mejoradas a partir de variedades nativas de la AGRICULTURA en 2019. Se participó con la V238AC, pero por la huelga del INIFAP no se pudo producir la semilla.

Cuadro A3. Áreas Naturales protegidas de México.

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
1	Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	Reserva de la Biosfera	Baja California y Sonora	Noroeste y Alto Golfo de California	934,756.25	407,147.55	527,608.70	10/06/93
2	Arrecife Alacranes	Parque Nacional	Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	333,768.51	53.00	333,715.50	06/06/94
3	Arrecife de Puerto Morelos	Parque Nacional	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	9,066.63	37.74	9,028.89	02/02/98
4	Arrecifes de Cozumel	Parque Nacional	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	11,987.88	82.28	11,905.60	19/07/96
5	Arrecifes de Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	34,927.16	1,361.00	33,566.16	02/02/98
6	Arrecifes de Xcalak	Parque Nacional	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	17,949.46	4,521.84	13,427.62	27/11/00
7	Bahía de Loreto	Parque Nacional	Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	206,580.75	21,692.08	184,888.67	19/07/96
8	Bala'ank'aax	Área de Protección de Flora y Fauna	Quintana Roo, Yucatán y Campeche	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	128,390.16	128,390.16	0.00	03/05/05
9	Balandra	Área de Protección de Flora y Fauna	Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	2,512.73	1,319.53	1,193.20	30/11/12
10	Banco Chinchorro	Reserva de la Biosfera	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	144,360.00	585.79	143,774.21	19/07/96

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
11	Barranca de Metztitlán	Reserva de la Biosfera	Hidalgo	Centro y Eje Neovolcánico	96,042.95	96,042.95	0.00	27/11/00
12	Barranca del Cupatitzio	Parque Nacional	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	458.21	458.21	0.00	02/11/38
13	Bavispe	Área de Protección de Flora y Fauna	Sonora	Noroeste y Alto Golfo de California	200,900.66	200,900.66	0.00	09/09/39
14	Benito Juárez	Parque Nacional	Oaxaca	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,591.52	2,591.52	0.00	30/12/37
15	Bonampak	Monumento Natural	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	4,357.40	4,357.40	0.00	21/08/92
16	Boquerón de Tonalá	Área de Protección de Flora y Fauna	Oaxaca	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	3,912.32	3,912.32	0.00	22/09/08
17	Bosencheve	Parque Nacional	Estado de México y Michoacán	Centro y Eje Neovolcánico	14,599.62	14,599.62	0.00	01/08/40
18	Cabo Pulmo	Parque Nacional	Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	7,111.01	38.86	7,072.15	06/06/95
19	Cabo San Lucas	Área de Protección de Flora y Fauna	Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	3,996.05	208.05	3,788.00	29/11/73
20	Calakmul	Reserva de la Biosfera	Campeche	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	723,185.13	723,185.13	0.00	23/05/89
21	Campo Verde	Área de Protección de Flora y Fauna	Chihuahua y Sonora	Norte y Sierra Madre Occidental	108,067.47	108,067.47	0.00	03/01/38
22	Cañón de Santa Elena	Área de Protección de Flora y Fauna	Chihuahua	Noreste y Sierra Madre Oriental	277,209.72	277,209.72	0.00	07/11/94
23	Cañón del Río Blanco	Parque Nacional	Veracruz y Puebla	Planicie Costera y Golfo de México	48,799.78	48,799.78	0.00	22/03/38
24	Cañón del Sumidero	Parque Nacional	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	21,789.42	21,789.42	0.00	08/12/80
25	Cañón del Usumacinta	Área de Protección de Flora y Fauna	Tabasco	Planicie Costera y Golfo de México	46,128.49	46,128.49	0.00	22/09/08
26	Caribe Mexicano	Reserva de la Biosfera	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	5,754,055.36	28,589.50	5,725,465.87	07/12/16
27	Cascada de Agua Azul	Área de Protección de Flora y Fauna	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,580.00	2,580.00	0.00	29/04/80
28	Cascada de Bassaseachic	Parque Nacional	Chihuahua	Norte y Sierra Madre Occidental	5,802.85	5,802.85	0.00	02/02/81
29	Cerro de Garnica	Parque Nacional	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	1,936.00	1,936.00	0.00	05/09/36
30	Cerro de La Estrella	Parque Nacional	Ciudad de México	Centro y Eje Neovolcánico	1,183.34	1,183.34	0.00	24/08/38
31	Cerro de La Silla	Monumento Natural	Nuevo León	Noreste y Sierra Madre Oriental	6,039.40	6,039.40	0.00	26/04/91
32	Cerro de Las Campanas	Parque Nacional	Querétaro	Centro y Eje Neovolcánico	58.49	58.49	0.00	07/07/37
33	Cerro Mohinora	Área de Protección de Flora y Fauna	Chihuahua	Norte y Sierra Madre Occidental	9,126.36	9,126.36	0.00	10/07/15
34	Chamela-Cuixmala	Reserva de la Biosfera	Jalisco	Occidente y Pacífico Centro	13,141.69	13,141.69	0.00	30/12/93

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
35	Chan-Kin	Área de Protección de Flora y Fauna	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	12,184.99	12,184.99	0.00	21/08/92
36	Ciénegas del Lerma	Área de Protección de Flora y Fauna	Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	3,023.96	3,023.96	0.00	27/11/02
37	Cofre de Perote o Nauhcampatépetl	Parque Nacional	Veracruz	Planicie Costera y Golfo de México	11,530.73	11,530.73	0.00	04/05/37
38	Complejo Lagunar Ojo de Liebre	Reserva de la Biosfera	Baja California y Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	79,328.98	79,328.98	0.00	14/01/72
39	Constitución de 1857	Parque Nacional	Baja California	Península de Baja California y Pacífico Norte	5,009.49	5,009.49	0.00	27/04/62
40	Corredor Biológico Chichinautzin	Área de Protección de Flora y Fauna	Ciudad de México, Morelos y Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	37,302.41	37,302.41	0.00	30/11/88
41	Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	Parque Nacional	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	8,673.06	0.61	8,672.45	19/07/96
42	Cuatrociénegas	Área de Protección de Flora y Fauna	Coahuila	Noreste y Sierra Madre Oriental	84,347.47	84,347.47	0.00	07/11/94
43	Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 001 Pabellón	Área de Protección de Recursos Naturales	Aguascalientes y Zacatecas	Occidente y Pacífico Centro	97,699.69	97,699.69	0.00	03/08/49
44	Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín	Área de Protección de Recursos Naturales	Coahuila	Noreste y Sierra Madre Oriental	1,519,385.03	1,519,385.03	0.00	03/08/49
45	Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 026 Bajo Río San Juan	Área de Protección de Recursos Naturales	Coahuila y Nuevo León	Noreste y Sierra Madre Oriental	197,156.79	197,156.79	0.00	03/08/49
46	Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit	Área de Protección de Recursos Naturales	Aguascalientes, Jalisco, Durango, Nayarit y Zacatecas	Norte y Sierra Madre Occidental, Occidente y Pacífico Centro	2,329,026.76	2,329,026.76	0.00	03/08/49
47	Cumbres de Majalca	Parque Nacional	Chihuahua	Norte y Sierra Madre Occidental	4,701.28	4,701.28	0.00	01/09/39
48	Cumbres de Monterrey	Parque Nacional	Nuevo León y Coahuila	Noreste y Sierra Madre Oriental	177,395.95	177,395.95	0.00	17/11/00
49	Cumbres del Ajusco	Parque Nacional	Ciudad de México	Centro y Eje Neovolcánico	920.00	920.00	0.00	23/09/36
50	Desierto de los Leones	Parque Nacional	Ciudad de México	Centro y Eje Neovolcánico	1,529.00	1,529.00	0.00	27/11/17
51	Desierto del Carmen o de Nixcongo	Parque Nacional	Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	529.00	529.00	0.00	10/10/42
52	Dzibilchantún	Parque Nacional	Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	539.44	539.44	0.00	14/04/87
53	El Chico	Parque Nacional	Hidalgo	Centro y Eje Neovolcánico	2,739.03	2,739.03	0.00	06/07/82
54	El Cimatarío	Parque Nacional	Querétaro	Centro y Eje Neovolcánico	2,447.87	2,447.87	0.00	21/07/82
55	El Histórico Coyoacán	Parque Nacional	Ciudad de México	Centro y Eje Neovolcánico	39.77	39.77	0.00	26/09/38

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
56	El Jabalí	Área de Protección de Flora y Fauna	Colima	Occidente y Pacífico Centro	5,178.56	5,178.56	0.00	14/08/81
57	El Pinacate y Gran Desierto de Altar	Reserva de la Biosfera	Sonora	Noroeste y Alto Golfo de California	714,556.50	714,556.50	0.00	10/06/93
58	El Potosí	Parque Nacional	San Luis Potosí	Noreste y Sierra Madre Oriental	2,000.00	2,000.00	0.00	15/09/36
59	El Sabinal	Parque Nacional	Nuevo León	Noreste y Sierra Madre Oriental	8.00	8.00	0.00	25/08/38
60	El Tepeyac	Parque Nacional	Ciudad de México y Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	1,500.00	1,500.00	0.00	18/02/37
61	El Tepozteco	Parque Nacional	Morelos y Ciudad de México	Centro y Eje Neovolcánico	23,258.70	23,258.70	0.00	22/01/37
62	El Triunfo	Reserva de la Biosfera	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	119,177.29	119,177.29	0.00	13/03/90
63	El Veladero	Parque Nacional	Guerrero	Centro y Eje Neovolcánico	3,617.41	3,617.41	0.00	17/07/80
64	El Vizcaino	Reserva de la Biosfera	Baja California y Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	2,546,790.25	2,259,002.95	287,787.30	30/11/88
65	Fuentes Brotantes de Tlalpan	Parque Nacional	Ciudad de México	Centro y Eje Neovolcánico	129.00	129.00	0.00	28/09/36
66	General Juan Álvarez	Parque Nacional	Guerrero	Centro y Eje Neovolcánico	528.00	528.00	0.00	30/05/64
67	Gogorrón	Parque Nacional	San Luis Potosí	Noreste y Sierra Madre Oriental	36,499.66	36,499.66	0.00	22/09/36
68	Grutas de Cacahuamilpa	Parque Nacional	Guerrero	Centro y Eje Neovolcánico	1,600.00	1,600.00	0.00	23/04/36
69	Huatulco	Parque Nacional	Oaxaca	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	11,890.98	6,374.98	5,516.00	24/07/98
70	Insurgente José María Morelos	Parque Nacional	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	7,191.77	7,191.77	0.00	22/02/39
71	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	Parque Nacional	Estado de México y Ciudad de México	Centro y Eje Neovolcánico	1,889.97	1,889.97	0.00	18/09/36
72	Isla Contoy	Parque Nacional	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	5,126.26	230.00	4,896.26	02/02/98
73	Isla Guadalupe	Reserva de la Biosfera	Baja California	Península de Baja California y Pacífico Norte	476,971.20	26,276.97	450,694.23	25/04/05
74	Isla Isabel	Parque Nacional	Nayarit	Occidente y Pacífico Centro	194.17	194.17	0.00	08/12/80
75	Isla San Pedro Mártir	Reserva de la Biosfera	Sonora	Noroeste y Alto Golfo de California	30,165.24	126.99	30,038.25	13/06/02
76	Islas del Golfo de California	Área de Protección de Flora y Fauna	Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa	Península de Baja California y Pacífico Norte, Noroeste y Alto Golfo de California	374,553.63	374,553.63	0.00	02/08/78
77	Islas del Pacífico de la Península de Baja California	Reserva de la Biosfera	Baja California y Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	1,161,222.98	70,139.62	1,091,083.35	07/12/16

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
78	Islas La Pajarera, Cocinas, Mamut, Colorada, San Pedro, San Agustín, San Andrés y Negrita y los Islotes Los Anegados, Novillas, Mosca y Submarino	Santuario	Jalisco	Occidente y Pacífico Centro	1,981.44	1,981.44	0.00	13/06/02
79	Islas Mariás	Reserva de la Biosfera	Nayarit	Occidente y Pacífico Centro	641,284.74	24,295.17	616,989.57	27/11/00
80	Islas Marietas	Parque Nacional	Nayarit	Occidente y Pacífico Centro	1,383.02	71.16	1,311.86	25/04/05
81	Iztaccíhuatl-Popocatepetl	Parque Nacional	Estado de México, Puebla y Morelos	Centro y Eje Neovolcánico	39,819.09	39,819.09	0.00	08/11/35
82	Janos	Reserva de la Biosfera	Chihuahua	Norte y Sierra Madre Occidental	526,482.43	526,482.43	0.00	08/12/09
83	La Encrucijada	Reserva de la Biosfera	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	144,868.16	115,652.73	29,215.42	06/06/95
84	La Michilía	Reserva de la Biosfera	Durango	Norte y Sierra Madre Occidental	35,000.00	35,000.00	0.00	18/07/79
85	La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl	Parque Nacional	Tlaxcala y Puebla	Centro y Eje Neovolcánico	46,112.24	46,112.24	0.00	06/10/38
86	La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	Área de Protección de Flora y Fauna	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	37,829.17	5,733.21	32,095.96	25/09/12
87	La Primavera	Área de Protección de Flora y Fauna	Jalisco	Occidente y Pacífico Centro	30,500.00	30,500.00	0.00	06/03/80
88	La Sepultura	Reserva de la Biosfera	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	167,309.86	167,309.86	0.00	06/06/95
89	Lacan-Tun	Reserva de la Biosfera	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	61,873.96	61,873.96	0.00	21/08/92
90	Lago de Camécuaro	Parque Nacional	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	5.43	5.43	0.00	08/03/41
91	Laguna de Términos	Área de Protección de Flora y Fauna	Campeche y Tabasco	Planicie Costera y Golfo de México	706,147.67	547,278.71	158,868.96	06/06/94
92	Laguna Madre y Delta del Río Bravo	Área de Protección de Flora y Fauna	Tamaulipas	Planicie Costera y Golfo de México	572,808.61	572,808.61	0.00	14/04/05
93	Lagunas de Chacahua	Parque Nacional	Oaxaca	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	14,896.07	14,896.07	0.00	09/07/37
94	Lagunas de Montebello	Parque Nacional	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	6,425.49	6,425.49	0.00	16/12/59
95	Lagunas de Zempoala	Parque Nacional	Morelos y Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	4,790.00	4,790.00	0.00	27/11/36
96	Las Huertas	Área de Protección de Recursos Naturales	Colima	Occidente y Pacífico Centro	167.01	167.01	0.00	23/06/88
97	Lomas de Padierna	Parque Nacional	Ciudad de México	Centro y Eje Neovolcánico	1,161.21	1,161.21	0.00	22/04/38
98	Los Mármoles	Parque Nacional	Hidalgo	Centro y Eje Neovolcánico	23,150.00	23,150.00	0.00	08/09/36

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
99	Los Novillos	Parque Nacional	Coahuila	Noreste y Sierra Madre Oriental	38.21	38.21	0.00	18/06/40
100	Los Petenes	Reserva de la Biosfera	Campeche	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	282,857.63	100,866.53	181,991.10	24/05/99
101	Los Remedios	Parque Nacional	Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	400.16	400.16	0.00	15/04/38
102	Los Tuxtlas	Reserva de la Biosfera	Veracruz	Planicie Costera y Golfo de México	155,122.47	155,122.47	0.00	23/11/98
103	Maderas del Carmen	Área de Protección de Flora y Fauna	Coahuila	Noreste y Sierra Madre Oriental	208,381.15	208,381.15	0.00	07/11/94
104	Manglares de Nichupté	Área de Protección de Flora y Fauna	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	4,257.50	4,257.50	0.00	26/02/08
105	Mapimí	Reserva de la Biosfera	Durango, Chihuahua y Coahuila	Noreste y Sierra Madre Oriental	342,387.99	342,387.99	0.00	27/11/00
106	Mariposa Monarca	Reserva de la Biosfera	Michoacán y Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	56,259.05	56,259.05	0.00	10/11/00
107	Marismas Nacionales Nayarit	Reserva de la Biosfera	Nayarit	Occidente y Pacífico Centro	133,854.39	133,854.39	0.00	12/05/10
108	Médanos de Samalayuca	Área de Protección de Flora y Fauna	Chihuahua	Norte y Sierra Madre Occidental	63,182.33	63,182.33	0.00	05/06/09
109	Meseta de Cacaxtla	Área de Protección de Flora y Fauna	Sinaloa	Noroeste y Alto Golfo de California	50,862.31	50,862.31	0.00	27/11/00
110	Metzabok	Área de Protección de Flora y Fauna	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	3,368.36	3,368.36	0.00	23/09/98
111	Molino de Flores Netzahualcóyotl	Parque Nacional	Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	45.66	45.66	0.00	05/11/37
112	Montes Azules	Reserva de la Biosfera	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	331,200.00	331,200.00	0.00	12/01/78
113	Nahá	Área de Protección de Flora y Fauna	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	3,847.42	3,847.42	0.00	23/09/98
114	Nevado de Toluca	Área de Protección de Flora y Fauna	Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	53,590.68	53,590.68	0.00	25/01/36
115	Ocampo	Área de Protección de Flora y Fauna	Coahuila y Chihuahua	Noreste y Sierra Madre Oriental	344,238.23	344,238.23	0.00	05/06/09
116	OtochMa'axYe-telKooh	Área de Protección de Flora y Fauna	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	5,367.42	5,367.42	0.00	05/06/02
117	Pacífico Mexicano Profundo	Reserva de la Biosfera	Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas	Península de Baja California y Pacífico Norte, Occidente y Pacífico Centro y Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	43,614,120.19	0.00	43,614,120.19	07/12/16
118	Palenque	Parque Nacional	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	1,771.95	1,771.95	0.00	20/07/81
119	Pantanos de Centla	Reserva de la Biosfera	Tabasco y Campeche	Planicie Costera y Golfo de México	302,706.63	302,706.63	0.00	06/08/92

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
120	Papigochic	Área de Protección de Flora y Fauna	Chihuahua	Norte y Sierra Madre Occidental	222,763.85	222,763.85	0.00	11/03/39
121	Pico de Orizaba	Parque Nacional	Veracruz y Puebla	Planicie Costera y Golfo de México	19,750.01	19,750.01	0.00	04/01/37
122	Pico de Tancitaro	Área de Protección de Flora y Fauna	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	23,405.92	23,405.92	0.00	19/08/09
123	Playa adyacente a la localidad denominada Río Lagartos	Santuario	Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	606.40	606.40	0.00	29/10/86
124	Playa Ceuta	Santuario	Sinaloa	Noroeste y Alto Golfo de California	144.15	144.15	0.00	29/10/86
125	Playa Cuitzmala	Santuario	Jalisco	Occidente y Pacífico Centro	20.93	20.93	0.00	29/10/86
126	Playa de Escobilla	Santuario	Oaxaca	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	146.09	146.09	0.00	29/10/86
127	Playa de la Bahía de Chacahua	Santuario	Oaxaca	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	92.65	92.65	0.00	29/10/86
128	Playa de la Isla Contoy	Santuario	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	10.21	10.21	0.00	29/10/86
129	Playa de Maruata y Colola	Santuario	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	219.94	219.94	0.00	29/10/86
130	Playa de Mismaloya	Santuario	Jalisco	Occidente y Pacífico Centro	628.45	628.45	0.00	29/10/86
131	Playa de Puerto Arista	Santuario	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	212.49	212.49	0.00	29/10/86
132	Playa de Rancho Nuevo	Santuario	Tamaulipas	Planicie Costera y Golfo de México	90.65	90.65	0.00	29/10/86
133	Playa de Tierra Colorada	Santuario	Guerrero	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	138.58	138.58	0.00	29/10/86
134	Playa El Tecuán	Santuario	Jalisco	Occidente y Pacífico Centro	36.34	36.34	0.00	29/10/86
135	Playa El Verde Camacho	Santuario	Sinaloa	Noroeste y Alto Golfo de California	96.65	96.65	0.00	29/10/86
136	Playa Mexiquillo	Santuario	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	73.64	73.64	0.00	29/10/86
137	Playa Piedra de Tlacoyunque	Santuario	Guerrero	Occidente y Pacífico Centro	99.59	99.59	0.00	29/10/86
138	Playa Teopa	Santuario	Jalisco	Occidente y Pacífico Centro	30.29	30.29	0.00	29/10/86
139	Rayón	Parque Nacional	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	25.21	25.21	0.00	29/08/52
140	Revillagigedo	Parque Nacional		Península de Baja California y Pacífico Norte	14,808,780.12	15,518.22	14,793,261.90	27/11/17
141	Ría Celestún	Reserva de la Biosfera	Campeche y Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	81,482.33	61,926.57	19,555.76	27/11/00
142	Ría Lagartos	Reserva de la Biosfera	Yucatán y Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	60,347.83	60,347.83	0.00	21/05/99
143	Río Bravo del Norte	Monumento Natural	Chihuahua y Coahuila	Noreste y Sierra Madre Oriental	2,175.00	2,175.00	0.00	21/10/09

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
144	Sacromonte	Parque Nacional	Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	43.73	43.73	0.00	29/08/39
145	Selva El Ocote	Reserva de la Biosfera	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	101,288.15	101,288.15	0.00	27/11/00
146	Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	528,147.67	375,011.87	153,135.80	20/01/86
147	Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	Área de Protección de Flora y Fauna	Sonora, Sinaloa y Chihuahua	Noroeste y Alto Golfo de California	92,889.69	92,889.69	0.00	19/07/96
148	Sierra de Álvarez	Área de Protección de Flora y Fauna	San Luis Potosí	Noreste y Sierra Madre Oriental	16,900.00	16,900.00	0.00	07/04/81
149	Sierra de Huautla	Reserva de la Biosfera	Morelos, Puebla y Guerrero	Centro y Eje Neovolcánico	59,030.94	59,030.94	0.00	08/09/99
150	Sierra de Manantlán	Reserva de la Biosfera	Jalisco y Colima	Occidente y Pacífico Centro	139,577.13	139,577.13	0.00	23/03/87
151	Sierra de Órganos	Parque Nacional	Zacatecas	Norte y Sierra Madre Occidental	1,124.66	1,124.66	0.00	27/11/00
152	Sierra de Quila	Área de Protección de Flora y Fauna	Jalisco	Occidente y Pacífico Centro	15,192.50	15,192.50	0.00	04/08/82
153	Sierra de San Pedro Mártir	Parque Nacional	Baja California	Península de Baja California y Pacífico Norte	72,910.68	72,910.68	0.00	26/04/47
154	Sierra de Tamaulipas	Reserva de la Biosfera	Tamaulipas	Planicie Costera y Golfo de México	308,888.22	308,888.22	0.00	07/12/16
155	Sierra del Abra Tanchipa	Reserva de la Biosfera	San Luis Potosí y Tamaulipas	Noreste y Sierra Madre Oriental	21,464.44	21,464.44	0.00	06/06/94
156	Sierra Gorda	Reserva de la Biosfera	Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí e Hidalgo	Centro y Eje Neovolcánico	383,567.45	383,567.45	0.00	19/05/97
157	Sierra Gorda de Guanajuato	Reserva de la Biosfera	Guanajuato y Querétaro	Centro y Eje Neovolcánico	236,882.76	236,882.76	0.00	02/02/07
158	Sierra La Laguna	Reserva de la Biosfera	Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	112,437.07	112,437.07	0.00	06/06/94
159	Sierra La Mojonera	Área de Protección de Flora y Fauna	San Luis Potosí y Zacatecas	Noreste y Sierra Madre Oriental	9,201.50	9,201.50	0.00	13/08/81
160	Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan	Área de Protección de Flora y Fauna	Veracruz	Planicie Costera y Golfo de México	30,571.15	0.00	30,571.15	05/06/09
161	Sistema Arrecifal Veracruzano	Parque Nacional	Veracruz	Planicie Costera y Golfo de México	65,516.47	12.24	65,504.23	24/08/92
162	Tehuacán-Cuicatlán	Reserva de la Biosfera	Puebla y Oaxaca	Centro y Eje Neovolcánico	490,186.88	490,186.88	0.00	18/09/98
163	Tiburón Ballena	Reserva de la Biosfera	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	145,988.14	0.00	145,988.14	05/06/09
164	Tula	Parque Nacional	Hidalgo	Centro y Eje Neovolcánico	99.50	99.50	0.00	27/05/81
165	Tulum	Parque Nacional	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	664.32	664.32	0.00	23/04/81
166	Tutuaca	Área de Protección de Flora y Fauna	Chihuahua y Sonora	Norte y Sierra Madre Occidental	436,985.67	436,985.67	0.00	06/07/37

Núm	Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estados	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
167	Uaymil	Área de Protección de Flora y Fauna	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	89,118.15	89,118.15	0.00	17/11/94
168	Valle de los Cirios	Área de Protección de Flora y Fauna	Baja California	Península de Baja California y Pacífico Norte	2,521,987.61	2,521,987.61	0.00	02/06/80
169	Ventilas Hidrotermales de la Cuenca de Guaymas y de la Dorsal del Pacífico Oriental	Santuario		Península de Baja California y Pacífico Norte	145,564.81	0.00	145,564.81	05/06/09
170	Volcán Nevado de Colima	Parque Nacional	Jalisco y Colima	Occidente y Pacífico Centro	6,554.75	6,554.75	0.00	05/09/36
171	Volcán Tacaná	Reserva de la Biosfera	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	6,378.37	6,378.37	0.00	28/01/03
172	Xicoténcatl	Parque Nacional	Tlaxcala	Centro y Eje Neovolcánico	851.30	851.30	0.00	17/11/37
173	Yagul	Monumento Natural	Oaxaca	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	1,076.06	1,076.06	0.00	24/05/99
174	Yaxchilán	Monumento Natural	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,621.25	2,621.25	0.00	21/08/92
175	Yum Balam	Área de Protección de Flora y Fauna	Quintana Roo	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	154,052.25	52,307.62	101,744.63	06/06/94
176	Zicuirán-Infiernillo	Reserva de la Biosfera	Michoacán	Occidente y Pacífico Centro	265,117.78	265,117.78	0.00	30/11/07
177	Zona de Protección Forestal en los terrenos que se encuentran en los municipios de La Concordia, Ángel Albino Corzo, Villa Flores y Jiquipilas	Área de Protección de Recursos Naturales	Chiapas	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	177,546.17	177,546.17	0.00	20/03/79
178	Zona marina Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y de Salsipuedes	Reserva de la Biosfera	Baja California	Península de Baja California y Pacífico Norte	387,956.88	483.20	387,473.68	05/06/07
179	Zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo	Parque Nacional	Baja California Sur	Península de Baja California y Pacífico Norte	48,654.83	0.00	48,654.83	10/05/07
180	Zona marina del Archipiélago de San Lorenzo	Parque Nacional	Baja California	Península de Baja California y Pacífico Norte	58,442.80	0.00	58,442.80	25/04/05
181	Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	Área de Protección de Recursos Naturales	Estado de México	Centro y Eje Neovolcánico	140,234.43	140,234.43	0.00	15/11/41
182	Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa	Área de Protección de Recursos Naturales	Hidalgo y Puebla	Planicie Costera y Golfo de México	42,129.35	42,129.35	0.00	20/10/38

Cuadro A4. Listado de proyectos, programas o unidades en los cuales se realizó mejoramiento participativo.

Región	Proyectos
Centro	En sistemas agrícolas tradicionales:
	1. Mejoramiento participativo in situ y producción sustentable de maíces nativos en el estado de Michoacán y Querétaro
	2. Mejoramiento de maíces nativos
	3. Mejoramiento genético de maíz
	4. Taller demostrativo sobre selección masal estratificada participativa de maíz
Centro Sur	En hábitat natural:
	1. Mejoramiento participativo en bancos comunitarios de orquídeas en Veracruz y Oaxaca
	En sistemas agrícolas tradicionales:
	1. Mejoramiento participativo de materiales tolerantes a restricciones de humedad
	2. Mejoramiento Participativo para conservar y mejorar poblaciones nativas de maíz
	3. Selección participativa de genotipos de amaranto.
	4. Mejoramiento participativo en cuatro razas de algodón de la especie <i>Gossypium hirsutum</i> para mejorar la calidad de fibra.
	5. Mejoramiento participativo de especies del genero <i>Psidium</i> en la región sur-occidente de Jalisco
	6. Mejoramiento participativo de nogal pecanero
	7. Manejo del cultivo de la vainilla de manera orgánica con la participación de productores.
	8. Mejoramiento genético participativo en sapotáceas
	9. Mejoramiento participativo en Puebla.
	10. Manejo y Mejoramiento de Chayote (Cambio)
	11. Mejoramiento genético de maíz nativo por selección masal/ bancos comunitarios de semillas para el resguardo de la diversidad
	12. Conservación in situ, participación de agricultores en regeneración de plantas
	13. Mejoramiento participativo de maíces del sureste del Estado de México por medio de cruza con mejorados.
	14. Conservación y mejoramiento participativo de maíces criollos del sureste del estado de México
	15. Curso-Taller sobre selección masal a agricultores de la comunidad de San Miguel Canoa
	16. Elaboración de folleto e impartición de talleres de selección visual de planta y mazorca en maíces nativos
	17. Fitomejoramiento participativo en granos básicos como herramienta para el fomento de la seguridad alimentaria y la conservación de la diversidad genética.
	18. Fundamentos de fitomejoramiento participativo, producción y almacenamiento de semilla de maíz.
	19. Generación de elementos para la construcción de uno o más modelos de conservación in situ de la agrobiodiversidad vinculada a la milpa y sus parientes silvestres en México: Conservación de maíces nativos a través de una estrategia de transformación, valor
20. Mejoramiento evolutivo en el Olotillo como opción para recuperar diversidad y adaptación local.	
21. Mejoramiento participativo del maíz nativo en áreas marginadas de Oaxaca.	
22. Taller de mejoramiento participativo y elaboración de artesanías con hoja (Maíz jala)	
Noroeste	En sistemas agrícolas tradicionales:
	1. Mejoramiento participativo de dos poblaciones de maíces nativos de Sinaloa.
	2. Colección, conservación y mejoramiento participativo de los maíces nativos de Sinaloa
Noreste	
Sureste	En sistemas agrícolas tradicionales:
1. Mejoramiento genético participativo en cacao	

Cuadro A5. Instancias que atendieron zonas afectadas por catástrofes naturales para reestablecer sistemas de cultivo.

Institución responsable	Nombre de la zona afectada por la catástrofe*	Tipo de catástrofe	Fecha de la catástrofe (AAAA/MM)	Nombre del cultivo	Cantidad de semilla distribuida/puesta a disposición	Semilla distribuida/puesta a disposición que fue producida localmente %	No. de hogares beneficiarios de la ayuda en semillas	Ayuda en semillas ofrecida	Fuente del germoplasma/semillas	Estudios realizados
CESIX-INI-FAP	Nayarit, Del Nayar, Jesús María	Inundación	2019/05	Maíz	0	0	420	Multiplicación comunitaria de semillas	Agricultores	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CRU-CO-UACH	Michoacán, Región Tierra Caliente	Sequía	2013/06	Maíz	200 kg	100	20	Distribución directa de semillas	Agricultores	
CONANP (Occidente y Pacífico)	Jalisco, Cuautitlán de García Barragán (Ayotitlán y Telcruz).	Huracán	2015/10	Maíz	2,500 kg	100	50	Distribución directa de semillas	Banco de germoplasma comunitario	
Instituto Tecnológico de Roque	Roque, Celaya, Guajuato	Inundación	2012/01	Maíz	200 kg	5	20	Distribución directa de semillas	Banco de germoplasma institucional	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
SNICS	Bocoyna, Chihuahua	Sequía	2014/04	Maíz	40 kg	100	4	Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
UNAM	Zoateopan, Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla	Inundación	2013/04	Calabaza	500 gr	100	50	Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
	Chihuahua; Bocoyna y Guachochi	Sequía	2012/05	Maíz	14 t	100	4605	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores
CEVO-AX-INIFAP	Santa María Jaltianguis, Oaxaca	Inundación	2013/05	Maíz, Frijol y Calabaza	95 kg	100	10	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
	San Agustín Amatengo, Oaxaca	Sequía	2012/04	Maíz, Frijol y Calabaza	77 kg	100	9	Distribución directa de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores

Institución responsable	Nombre de la zona afectada por la catástrofe*	Tipo de catástrofe	Fecha de la catástrofe (AAAA/MM)	Nombre del cultivo	Cantidad de semilla distribuida/puesta a disposición	Semilla distribuida/puesta a disposición que fue producida localmente %	No. de hogares beneficiarios de la ayuda en semillas	Ayuda en semillas ofrecida	Fuente del germoplasma/ semillas	Estudios realizados
	Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	Inundación	2013/04	Maíz y frijol	52 kg	100	7	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
	San Jerónimo Coatlán, Oaxaca	Inundación	2013/04	Maíz, Frijol y Calabaza	51 kg	100	6	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
	San Miguel del Puerto, Oaxaca	Inundación	2013/05	Maíz, Frijol y Calabaza	46 kg	100	7	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
	Santa Catarina Juquila, Oaxaca	Inundación	2013/05	Maíz y frijol	50 kg	100	10	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
	San Andrés Cabecera Nueva, Oaxaca	Sequía	2012/04	Maíz, Frijol y Calabaza	146 kg	100	25	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
	Villaflores, Chiapas	Inundación	2012/05	Maíz, Frijol y Calabaza	105 kg	100	18	Distribución directa de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
	Chiapa de Corzo	Inundación	2013/04	Maíz, Frijol y Calabaza	78 kg	100	14	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Canasta de Semillas A. C.	Amecameca, Estado de México	Helada (bajas temperatura)	2012/03	Tomate de cáscara	500 gr	100	23	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
CRUO-UACH	Veracruz y Oaxaca	Enfermedad de la Roya	2014/01	Café	50000 plantas	100	0	Distribución directa de semillas; Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma nacional	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores
	Región central, Veracruz	Inundación	2015/05	Café	5 kg	100	1	Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma regional	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores

Institución responsable	Nombre de la zona afectada por la catástrofe*	Tipo de catástrofe	Fecha de la catástrofe (AAAA/MM)	Nombre del cultivo	Cantidad de semilla distribuida/puesta a disposición	Semilla distribuida/puesta a disposición que fue producida localmente %	No. de hogares beneficiarios de la ayuda en semillas	Ayuda en semillas ofrecida	Fuente del germoplasma/semillas	Estudios realizados
C P (Campus Montecillo)	Desierto de Chihuahua	Sobrepastoreo y cambio de uso de suelo	2019/01	Pasto bandera	3 t	100	20	Distribución directa de semillas	Selección de materiales nativos destacados	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores
	Conkal, Yucatán	Incendio	2015/04	Zapote mamey	64 unidades	100			Banco de germoplasma nacional	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores
UAE Mor	Puebla, Atzitzihuacan San Mateo Coatepec	Perdida de fertilidad en suelos a causa de acidificación por ceniza volcánica	2018/03	Chía	60 kg	100	45	Multiplicación comunitaria de semillas	Agricultores	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores
Universidad Veracruzana (UV)	Chimalapa, Oaxaca	Sequía	2018/03	Vainilla	100 unidades	10	50	Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para evaluar el impacto de la catástrofe en los sistemas de semillas de los agricultores
UAS	Chirimoyos y La Petaca, Concordia Sinaloa		2018/05	Maíz	30 kg	100	9	Multiplicación comunitaria de semillas	Obtenida de proyectos de caracterización	
INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB)	Angostura, Sinaloa	Helada (bajas temperatura)	2012/01	Garbanzo	3000kg	10	100	Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma nacional	
CRU-PY-UACH	Yaxcabá, Yucatán	Sequía	2013/03	Maíz	54 kg	100	24	Indirecta, mediante un enfoque basado en el mercado (por ejemplo, sistemas de vales o ferias de semillas);- Multiplicación comunitaria de semillas	Banco de germoplasma comunitario	Para describir el funcionamiento del sistema de semillas a nivel de los agricultores



CAPÍTULO 3

CONSERVACIÓN *EX SITU*



|

3.1. RESUMEN

El presente informe del periodo 2012-2019, se elaboró con información derivada de la aplicación de encuestas a investigadores nacionales. La encuesta se estructuró en cuatro apartados, uno de estos para Conservación *ex situ*, que solicitó información de indicadores para las actividades: recolección selectiva, identificación de carencias en colecciones, número de muestras recolectadas, mantenimiento y ampliación de la conservación, así como información sobre capacidades humanas, económicas y de infraestructura, y la regeneración y multiplicación de materiales. Se incluyó también el número total de accesiones y muestras distribuidas por los bancos de Germoplasma nacionales y se incluyó un reporte detallado del Banco de Germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y algunas colecciones específicas. Se tiene como resultado que en las diferentes estrategias de conservación *ex situ* participan 126 instancias y/o instituciones, con 190 profesionistas que tienen a su cargo alguna estrategia de conservación o proyecto. De estas, 55 instituciones reportaron necesidad de realizar recolecta selectiva en 83 cultivos, de los que sobresalen maíz, frijol, cactáceas y chile. Los tipos de carencia más mencionados son por cobertura geográfica, seguido de especies silvestres afines a las cultivadas y variedades de los agricultores; la principal estrategia para detectar esta carencia fue la comparación del material resguardado con referencia geográfica. Un total de 91 instituciones reportaron recolecta selectiva en 81 cultivos prioritarios más otros, con una recolecta total de 22,925 accesiones; entre los cultivos más sobresalientes por el número de accesiones son maíz (5,014), echeverias (1,669), chile (1,567), orquídeas (1,528) y cactáceas (1,125). La capacidad de los bancos de germoplasma, en el periodo 2012-2019, se ha visto reducida significativamente en términos de recursos humanos, recursos económicos e infraestructura. En las principales estrategias de conservación *ex situ* se resguarda un total de 77,534 accesiones, 64,510 en cuartos fríos, 11,916 en colecciones de campo, 603 *in vitro*, 123 en crioconservación y 382 en jardines botánicos. A través de la Red de Centros de Conservación se resguardan 64,210 accesiones de las cuales 37,213 se encuentran documentadas en el Sistema WIEWS de la FAO. En lo referente a regeneración y multiplicación, 75 instituciones realizaron estas labores en 85 cultivos. Del total resguardado (77,534 accesiones), se multiplicaron 9,044 accesiones, 20,238 tienen necesidad de regeneración y no se cuenta con recursos para realizar esta actividad en 19,954 (de las 20,238), entre los principales cultivos con esta necesidad se tienen maíz, chile y arroz. El número de muestras transferidas es de 32,912, principalmente a agricultores u ONGs (20,525), universidades y centros de investigación nacionales (10,520) y sector privado (1,279) y, en el ámbito internacional, solo se transfirió 218 muestras. Todas estas actividades descritas con antelación se concentran en las regiones Centro y Centro Sur de país. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) resguarda 28,000 y 170,000 accesiones de maíz y trigo, respectivamente. Para maíz, 96.7 % corresponde al cultivado y el resto a parientes silvestres. Toda esta información demuestra que en México durante el periodo 2012-2019, se desarrolló un importante número de actividades en la conservación *ex situ* de Recursos Fitogénéticos para la alimentación y la agricultura. Muchas de estas actividades fueron coordinadas por el programa especial de Recursos Fitogénéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), que a través de redes por cultivo y temática (centros de conservación) gestionó recursos para apoyar las actividades que contempla el presente informe en concordancia con el Plan de Acción Mundial de la FAO. El SINAREFI inició en 2002 y contó con presupuesto hasta el 2013, lo que explica la reducción en las capacidades de los bancos en términos de recursos humanos, económicos e infraestructura, pero a la vez explica un avance significativo en todas las actividades respecto al informe elaborado en 2006. Entre las necesidades prioritarias se encuentran: contar con un marco jurídico en la materia y retomar el trabajo de coordinación que realizó el SINAREFI.

3.2. INTRODUCCIÓN

Los recursos fitogenéticos representan uno de los principales elementos en la producción agrícola sostenible. Su conservación y uso sostenible son fundamentales para salvaguardar la seguridad alimentaria y nutricional, ahora y en el futuro. Para contribuir a este desafío se requerirá un flujo continuo de cultivos mejorados y variedades adaptadas a condiciones de agro-ecosistemas particulares. La pérdida de la diversidad genética reduce las opciones para la gestión sostenible de una agricultura resiliente, ante entornos adversos, y condiciones meteorológicas que fluctúan rápidamente (FAO, 2013).

En este sentido el objetivo a largo plazo del apartado de Conservación *ex situ* del Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, así como la Declaración de Leipzig en 1996, es conceder la máxima prioridad a la salvaguardia de la mayor cantidad posible de la valiosa diversidad de características únicas existente en colecciones *ex situ* de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Organizar un sistema con objetivos definidos, eficaz desde el punto de vista económico y sostenible de conservación *ex situ*. Fomentar y consolidar la cooperación entre los programas nacionales y las instituciones internacionales para mantener las colecciones *ex situ*, reconociendo que los Estados tienen derechos soberanos sobre sus propios recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (FAO, 1996).

Uno de los objetivos del Segundo Plan de Acción Mundial es garantizar la conservación de los RFAA, como base de la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible y la reducción de la pobreza, proporcionando un fundamento para su utilización presente y futura. Para tal fin, existen dos tipos de estrategias de conservación: la *ex situ* y la *in situ*. De acuerdo al Informe Nacional de 2006 el concepto de conservación *ex situ*, involucra la remoción del material vegetal de su ecosistema para conservarlo en bancos de semilla o tejidos o en plantaciones. A nivel mundial es la estrategia de conservación de la diversidad genética más utilizada (Molina y Córdova, 2006).

La conservación *ex situ*, tiene como objetivo el mantenimiento de poblaciones viables de especies amenazadas, a fin de apoyar a los programas de conservación *in situ*, asegurando a largo plazo la propagación de especies raras y en peligro de extinción (BID, 2001). En este respecto la conservación *ex situ*, permitirá conservar la variabilidad genética de los recursos genéticos a largo plazo bajo condiciones controladas (Granados *et al.*, 2009).

Los sistemas de conservación utilizados en los bancos de germoplasma incluyen el mantenimiento de plantas enteras *in vivo* (en campo), conservación de semillas en cámaras frías y la técnica de cultivo de tejidos (*in vitro*), método utilizado especialmente para guardar duplicados de las colecciones ("copia de seguridad"). Entre las actividades ligadas a los bancos están la caracterización y la evaluación, para detectar duplicados entre las colecciones e identificar genotipos interesantes para mejoramiento y/o producción. La caracterización permite hallar diferenciaciones taxonómicas, morfológicas, reproductivas, citogenéticas y bioquímicas. Una actividad relativamente reciente es la caracterización molecular para análisis de la biodiversidad (BID, 2001).

En cuanto a las actividades de evaluación, se mencionan los aspectos agronómicos sobre resistencia o susceptibilidad a factores bióticos, abióticos y potencial de rendimiento. También incluyen análisis bromatológicos, estudios bioquímicos y pruebas de aptitud industrial. Con la conservación de recursos genéticos en bancos de germoplasma se pretende preservar la variabilidad genética de cultivos de gran importancia, debido a su potencial agrícola, contribuyendo al control de la erosión de estos recursos. El uso actual más importante de los bancos es la investigación en producción de alimentos, conservación de suelos, agricultura orgánica, fruticultura y extracción de principios activos. También se menciona el intercambio de germoplasma, la educación, en algunos casos la repoblación y la producción comercial (BID, 2001).

El Informe Nacional Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y Alimentación (2006), dio a notar el gran trabajo realizado en el país con el manejo de germoplasma vegetal en las diferentes modalidades de conservación *ex situ*. Este reportó un número importante de cuartos fríos instalados, su capacidad y número de accesiones en resguardo. Así mismo, se identificaron materiales resguardados en bodegas y almacenes, sin condiciones adecuadas bajo la modalidad de colecciones de trabajo. Se indicó un número mayor de accesiones resguardadas bajo la modalidad de colecciones de campo; en arboretums y huertos frutales. Además de que se conservaban de manera *in vitro*, únicamente géneros relacionados con la alimentación humana, contrastando así con lo resguardado en jardines botánicos, donde se mantenían géneros no relacionados a la alimentación humana.

En México, los bancos de germoplasma son parte fundamental de la conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos, ya que juegan un papel clave en la conservación a mediano y largo plazo, su utilización, abona a la mejora de materiales y asegura su disposición para el desarrollo de investigaciones, involucrando así su reproducción y vinculación a un sistema semillero agrícola sostenible.

En este contexto en el año 2006 la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), integró la Red Temática de Centros de Conservación definida como interinstitucional e interdisciplinaria, responsable del resguardo de las accesiones colectadas por los investigadores participantes en las diversas Redes que integran el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI).

Las actividades de la Red de Centros de Conservación se planearon conforme al Primer Plan y que posteriormente se adecuaron al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO en el Área de Conservación *ex situ*, atendiendo las líneas estratégicas de Apoyo a la recolección selectiva de RFAA, Mantenimiento y ampliación de la conservación *ex situ* de germoplasma y Regeneración y multiplicación de las muestras *ex situ*. Además de apoyar la línea de Asistencia a los agricultores en caso de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivos, del Área de conservación *in situ* (FAO, 2012). El presente informe da cuenta de los avances logrados en las diferentes estrategias de conservación *ex situ* y de las actividades realizadas en cada una de ellas, no solo de los bancos de la Red, si no también aquellos que no se han sumada a esa estrategia a nivel nacional.

3.3. METODOLOGÍA

El presente informe se integró con información que proporcionaron, principalmente, investigadores y docentes de instituciones nacionales, relacionadas a la conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos, comprendida dentro del periodo (2012-2019). Dentro del Sistema WIEWS, se identifican como “partes interesadas”. Este apartado se complementó con información del resguardo en Jardines Botánicos Nacionales e información del CIMMYT; este por ser un Centro Internacional, no se incluye en el Informe que se reporta a la FAO como país, pero para fines de la publicación de este informe nacional provee valiosa información en el tema.

Para el apartado de Conservación *ex situ*, se solicitó información para las siguientes actividades prioritarias y sus indicadores:

- *Apoyo a la recolección selectiva de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.* Primer indicador: Existencia de una estrategia para detectar carencias en las colecciones nacionales de germoplasma y para subsanar dichas carencias mediante misiones de recolección selectiva. Segundo indicador: Número de cultivos conservados en el(los) banco(s) de germoplasma que requieren recolección selectiva. Tercer indicador: Número de muestras procedentes de las misiones de recolección selectiva en el país.
- *Mantenimiento y ampliación de la conservación ex situ de germoplasma.* Primer indicador: Tendencia de la capacidad anual para mantener las colecciones *ex situ*. Segundo indicador: Número de especies conservadas *ex situ* en condiciones de medio o largo plazo. Tercer indicador: Número de accesiones conservadas *ex situ* en condiciones de medio o largo plazo. Cuarto indicador: Porcentaje de accesiones *ex situ* con duplicación de seguridad
- *Regeneración y multiplicación de las muestras ex situ.* Primer indicador: Número de accesiones *ex situ* regeneradas o multiplicadas. Segundo indicador: Porcentaje de accesiones *ex situ* que necesitan regeneración. Tercer indicador: Porcentaje de accesiones *ex situ* que necesitan regeneración para la cual no existe presupuesto.

De manera particular, este apartado contempló 14 reactivos, como parte de la encuesta que se estableció considerando los reactivos de todas las líneas e indicadores del Plan de Acción Mundial. Para la aplicación de encuestas se identificaron expertos e instituciones que habían registrado actividades de Conservación *ex situ* en el Informe Nacional en la materia del 2006, que se complementó con instancias participantes en el Informe interino de los RFAA del periodo (2012-2014) y con las instituciones participes dentro de la estrategia del SINAREFI. Por último, se realizó una búsqueda, donde se identificaron instituciones nacionales de investigación y enseñanza potenciales de acuerdo a los programas relacionados con las carreras de Ciencias Biológicas de nivel medio superior y posgrado. Con todo lo anterior se elaboró una base de datos de 1,538 instancias o profesionistas relacionados con los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

La encuesta se envió por oficio solicitando la información requerida y se dio un seguimiento para el llenado de la misma en los que contaban con información. Las encuestas revisadas y validadas se capturaron en el Sistema Mundial de Información y Alerta Temprana sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (WIEWS) <http://www.fao.org/pgafa/>. La salida de información del Sistema se acota a bases

de datos en formato Excel, insumo principal en la construcción de los análisis para la escritura del presente apartado. La información del CIMMYT, no se capturó en el Sistema WIEWS, esta se sistematizó y analizó en base de datos formato Excel.

Derivado de lo anterior, para el apartado de Conservación *ex situ*, se obtuvo que 190 personas registraron información en este apartado. Importante señalar que no necesariamente las personas que contestaron este apartado, están a cargo de una colección o banco de germoplasma; así mismo, no todos contestaron el total de reactivos, es decir solo donde desarrollaron actividades o proyectos. Los análisis se generaron en base en las cinco regiones en que se dividió el país en el Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación de 2006, Centro, Centro Sur, Noreste, Noroeste y Sureste.

3.4. RECURSOS INSTITUCIONALES Y HUMANOS

En el periodo 2012-2019, que incluye el presente informe, 126 instancias nacionales (considerando representaciones estatales y campus) trabajaron en algún programa o proyecto relacionado con alguna de las tres actividades prioritarias para la Conservación *ex situ* de RFAA, atendiendo a alguno de los indicadores por actividad (Anexo 1). Un total de 190 profesionistas pertenecientes a estas instancias desarrollaron actividades o proyectos relacionados a la Conservación *ex situ*, que se implementaron a nivel regional (Cuadro 1).

Las 126 instituciones nacionales que participan en la conservación *ex situ* se agrupan, principalmente, en Centros de Enseñanza y/o Investigación superior (Universidades, Centros Públicos de Investigación, Colegios, etc.) con 82 %, con actividad en 30 estados (Cuadro 1), y presencia en las cinco regiones en las que se dividió el país. En cuanto a la participación de programas por región, destacan las regiones Centro-Sur y Centro, mientras que las menos favorecidas son Noreste, Sureste y Noroeste, respectivamente (Cuadro 1). La participación de otras entidades en la conservación *ex situ* (Asociaciones Civiles, Fundaciones, entre otras) fue de 10 % (Cuadro 1), presentes en seis estados del país y solo en las regiones Centro-Sur, Centro y Noroeste, respectivamente. Por último, en un apartado especial se clasificaron a los Jardines Botánicos con una contribución de 8 % (Cuadro 1), presentes en siete estados y con participación en las regiones Centro-Sur, Centro, Noroeste y Noreste, respectivamente.

Cuadro 1. Instancias, profesionistas y programas o proyectos relacionados con la conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos en diferentes regiones de México.

Región	Número de Instancias				Número	
	Centros de investigación y/o educación Superior ¹	Otras entidades ²	Jardines Botánicos	Total	Profesionistas ³	Programas/proyectos/Unidades
Centro	27	3	3	33	60	60
Centro-Sur	35	9	4	48	73	73
Noroeste	7	1	2	10	10	10
Noreste	18	0	1	19	21	21
Sureste	16	0	0	16	26	26
Total	103	13	10	126	190	190

¹ El dato incluye Unidades o Campus.

² El dato incluye Asociaciones Civiles, Redes, Fundaciones y Empresas privadas.

³ Este dato considera únicamente a los responsables de programa, proyecto o unidad.

En el presente informe, del periodo 2012-2019, se registró un incremento considerable en el número de instituciones o investigadores que reportaron programa o proyecto en conservación *ex situ*, en comparación a lo reportado en el informe 2006. Este crecimiento se adjudica a la implementación del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), además a la concientización de la conservación de los RFAA en México, que se refleja en la implementación de Programas educativos en distintos niveles para la Conservación de los recursos fitogenéticos de México.

3.5. RECOLECCIÓN SELECTIVA

Mientras que la conservación *in situ* trata el manejo y el seguimiento de los recursos genéticos en localidades donde las poblaciones crecen naturalmente o los agricultores las cultivan, la conservación *ex situ* incluye la toma de muestras de germoplasma de estas poblaciones, su transferencia a otra localidad y su resguardo, por ejemplo, en un banco de semilla, en un banco de campo o en un jardín botánico.

Una gran parte de la diversidad genética de los cultivos más importantes como el trigo y el arroz se encuentra ya en las colecciones de los bancos de germoplasma, pero las colecciones de cultivos más regionales, de menor importancia e infrautilizados son mucho menos completas. Las especies silvestres afines de las cultivadas, incluso las afines de las principales cultivadas, han recibido escasa atención en relación a su importancia potencial para el mejoramiento. Las condiciones inadecuadas de algunos bancos de germoplasma también pueden haber causado la pérdida de materiales recolectados. Mientras tanto, los cambios en el clima y en el uso de la tierra y la sustitución de variedades tradicionales por tipos modernos suponen más que nunca amenazas para los RFAA.

En México la recolección selectiva se vio fortalecida en los últimos años, debido al trabajo desarrollado por el SINAREFI, en donde se reconoce el trabajo desempeñado por las 45 redes interinstitucionales por cultivo y temática. Lo que representa un avance significativo, puesto que, en el Informe Nacional del 2006, se informó que se carecía de un plan nacional de acción para la recolección, conservación y utilización de los RFAA. Si bien es cierto a nivel nacional las necesidades de recolección no son tan grandes como en el pasado, esta actividad sigue siendo prioritaria.

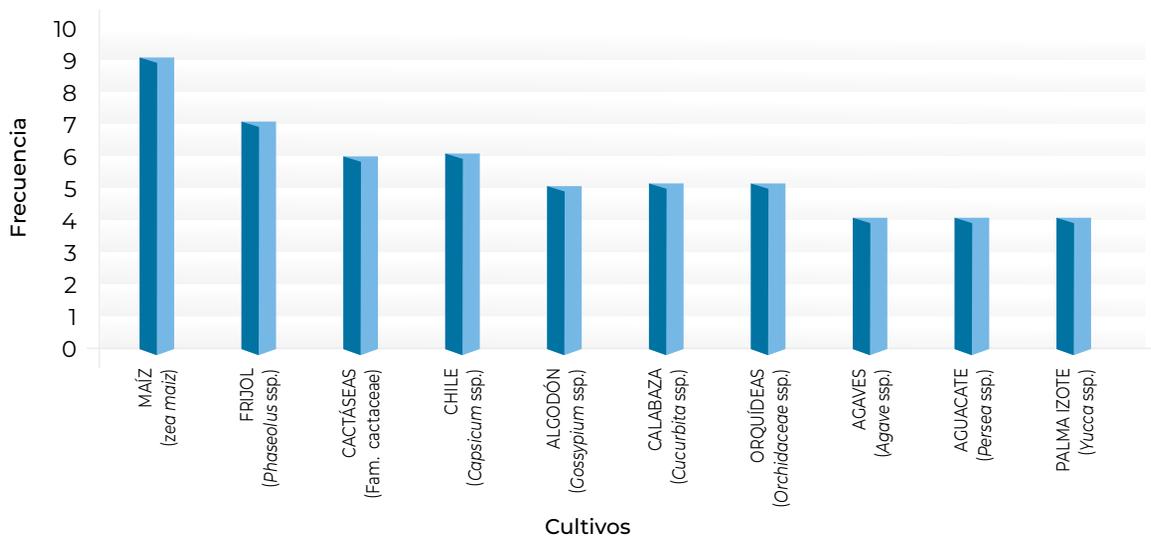
Del periodo 2012-2019, que incluye el presente informe, 55 de las 126 instituciones con trabajos en Conservación *ex situ* reportaron necesidad en recolección selectiva. El mayor número de instituciones por región, se concentra en la Centro-Sur con 23 (42 %) instituciones, seguido de 16 (29 %) instituciones de la región Centro, 8 (15 %) de la región Sureste, 5 (9 %) de la región Noreste y 3 (5 %) de la región Noroeste (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de instituciones y porcentaje que reportaron necesidad de recolección selectiva por región.

Región	Número de instituciones participantes	Porcentaje
Centro Sur	23	42%
Centro	16	29%
Sureste	8	15%
Noreste	5	9%
Noroeste	3	5%
Total general	55	100%

La necesidad de recolección selectiva reportada por las 55 instituciones se concentra en 83 cultivos, entre los más frecuentemente mencionados se encuentran maíz, frijol, cactáceas, chile, algodón, calabaza, orquídeas, agaves, aguacate, yucca camote, nopal, quelites, vainilla, verdolaga, amaranto, anonas, bromelias, cacao, chayote, ciruela, girasol, guayaba, higuera, jamaica, jitomate, medicinales, orégano, papaya, tejocote, tomate de cáscara, vid, yuca, pastos, jojoba, acahual, achiote, ajo, arroz, café, candelilla, cebolla, cempoalxóchitl, cactáceas, chabacano, chilacayote, chirimolla, copalchi, dalia, echeveria, epazote, fique, forrajes, frijol ayocote, guanábana, heliconias, hesperaloe, hymenocallis, ilamas, jatropha, lima, lirio, maguey, manzana, nanche, nochebuena, nogal, palma de coco, papa, pata de elefante, pataxte, pinos, pitahaya, pitaya, romerito, sapodilla, saramuyo, sotol, tempisque, tigridia, y toronjil, respectivamente. Es importante mencionar que en la mayoría de los casos se refieren a una o dos especies del cultivo específicamente.

Los cultivos con mayor frecuencia que se reportan, por los investigadores, con necesidad de recolección selectiva se concentran en 10 (Figura 1), entre estos el principal es maíz.



Nota: Algunos encuestados indicaron más de un cultivo.

Figura 1. Cultivos mencionados con mayor frecuencia por las instituciones que requieren recolección selectiva.

En lo referente a la existencia de una estrategia para la identificación de carencias en las colecciones de cultivos, 36 (65 %) instituciones indicaron que para 67 cultivos contaban con mecanismos para la identificación de carencias en la colección, mientras que 32 (58 %) instituciones indicaron que contaban con esta estrategia para 52 cultivos, que además contaban con estrategia para la recolección selectiva y solo 10 (18 %) instituciones reportaron no contar con estrategia en de identificación de carencias ni de recolección selectiva para 14 cultivos (Figura 2).

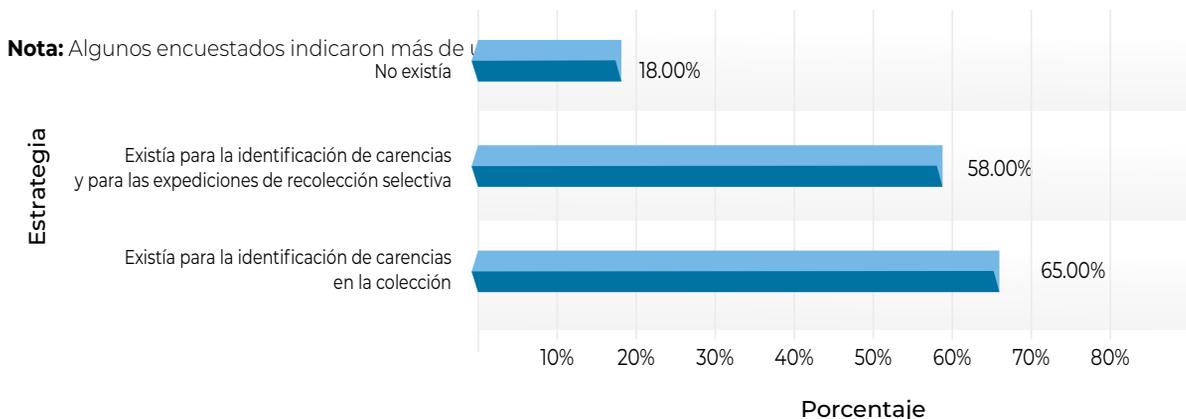


Figura 2. Estrategias para la identificación de carencias y recolección selectiva en conservación *ex situ*.

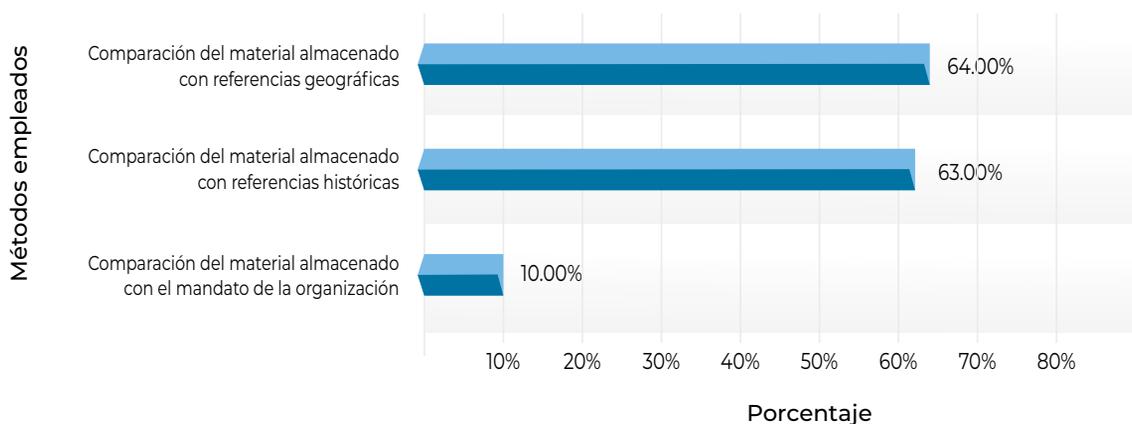
Las carencias detectadas por las instituciones en orden descendente consideran: cobertura ecogeográfica incompleta (60 %) reportada por 33 instituciones, especies silvestres afines faltantes (42 %) reportada por 23 instituciones, cobertura incompleta de los taxones del mandato (32 %) reportada por 18 instituciones, variedades de los agricultores/variedades nativas conocidas faltantes (31 %) reportada por 17 instituciones, cobertura incompleta de resistencias a factores (24 %) reportada por 13 instituciones y variedades históricas faltantes (20 %) reportada por 11 instituciones (Figura 3).



Nota: Algunos encuestados indicaron más de una carencia.

Figura 3. Tipos de carencias detectadas por las instituciones (porcentaje).

El principal método empleado para la detección de carencias fue la comparación del material resguardado con referencias geográficas (64 %) reportado por 35 instituciones, seguido de comparación del material resguardado con referencias históricas (63 %) reportado por 35 instituciones y el menos utilizado corresponde a la comparación del material resguardado con el mandato de la organización (10 %) reportado por 6 instituciones (Figura 4).



Nota: Algunos encuestados indicaron más de un método.

Figura 4. Métodos empleados para la detección de carencias en las colecciones.

3.6 MUESTRAS RECOLECTADAS DE 2012 A 2019

Durante el periodo del Informe 2012-2019, 91 instituciones indicaron que realizaron actividades de recolección, de las cuales se obtuvieron muestras de material genético. Con respecto a la regionalización y al número de instituciones, estas se concentran en su mayoría en la zona Centro Sur con un 37 %, Centro con 31 %, Sureste con 13 %, Noreste con 11 %, y Noroeste con 8% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Instituciones que realizaron recolecta por región, porcentaje y número de estados donde se ubican.

Región	No. de instituciones	Porcentaje	Estados
Centro Sur	34	37%	8
Centro	28	31%	7
Sureste	12	13%	5
Noreste	10	11%	6
Noroeste	7	8%	4
Total general	91	100%	30

Procedente de esta actividad, se recolectaron, principalmente, accesiones de 81 cultivos entre otros (Cuadro 4), sobresalen, entre los cinco principales, maíz con 5,014 accesiones de 19 estados, echeverías con 1,669 accesiones de 25 estados, chile con 1,567 de 19 estados, orquídeas con 1,528 accesiones de 8 estados y cactáceas con 1,135 accesiones de 10 estados.

Cuadro 4. Número de muestras recolectadas por cultivo, en que estados y número de instituciones participantes.

No.	Cultivo	Número de muestras recolectadas	Número de estados	Instituciones
1	Maíz	5,014	19	21
2	Echeverías	1,669	25	4
3	Chile	1,567	19	11
4	Orquídeas	1,528	8	10
5	Cactáceas	1,135	10	8
6	Frijol	910	15	15
7	Algodón	845	13	7
8	Calabaza	824	13	12
9	Tomate	728	13	9
10	Pitaya	662	19	8
11	Bromelias	647	8	2
12	Aguacate	525	10	8
13	Vainilla	414	8	7
14	Nochebuena	387	2	1
15	Teocintle	377	2	3
16	Amaranto	374	8	6
17	Trigo	314	1	1
18	Girasol	285	15	4

No.	Cultivo	Número de muestras recolectadas	Número de estados	Instituciones
19	Guanábana	284	5	6
20	Vid	280	10	3
21	Chayote	245	10	1
22	Agave	236	4	8
23	Jatropha	220	4	4
24	Papaya	174	7	6
25	Dalias	173	10	3
26	Verdolaga	157	6	4
27	Quelites	136	11	5
28	Nopal	116	2	2
29	Ajo	104	1	1
30	Pino	88	1	1
31	Café	86	4	2
32	Limón	85	4	3
33	Manzano	81	9	1
34	Zarzamora	80	5	3
35	Jojoba	68	1	1
36	Papa	63	9	2
37	Nogal	61	2	2
38	Tejocote	61	8	1
39	Chabacano	50	1	1
40	Zapote	48	3	2
41	Tagetes	46	2	2
42	Guayaba	39	5	2
43	Xoconostle	34	1	1
44	Frambuesa	32	3	2
45	Heliconias	32	3	1
46	Chía	31	2	1
47	Ciruella	30	1	1
48	Romerito	25	1	1
49	Tigridia	25	3	2
50	Tamarindo	24	2	1
51	Jamaica	20	2	2
52	Durazno	18	1	1
53	Granado	17	3	1
54	Hymenocallis	17	7	2
55	Pata de elefante	17	7	2
56	Chilacayote	15	3	3
57	Capulín	13	2	1
58	Higo	11	4	1
59	Orégano	11	3	3
60	Cacao	10	1	1
61	Mamey	9	6	2
62	Arroz	8	1	1
63	Camote	8	8	2
64	Fresa	8	2	1
65	Nardo	8	4	1
66	Saramuyo	7	1	1
67	Arándano	6	1	1
68	Jitomate	5	7	3
69	Achiote	4	1	1
70	Cacahuate	4	1	1
71	Naranja	4	1	1
72	Toronja	4	1	1
73	Yuca	4	2	2

No.	Cultivo	Número de muestras recolectadas	Número de estados	Instituciones
74	Palma izote	3	1	1
75	Higuerilla	2	1	1
76	Mandarina	2	1	1
77	Garbanzo	1	1	1
78	Jícama	1	1	1
79	Perejil	1	1	1
80	Plátano	1	1	1
81	Zanahoria	1	1	1
82	Otros	1,266	17	19
	TOTAL	22,925		

3.7 CAPACIDADES DE LOS BANCOS DE GERMOPLASMA

Referente al periodo del informe (2012-2019), proporcionaron información 66 investigadores que tienen a su cargo bancos de germoplasma bajo alguna modalidad como cuartos fríos, colecciones de campo, colecciones *in vitro* o colecciones en jardines botánicos, en los que se requiere cubrir gastos económicos recurrentes, infraestructura e inversión y contar con recursos humanos.

Con la información proporcionada de los 66 investigadores se sacó el promedio en cada una de las capacidades. Inicialmente, el número de encargados de bancos por región es la siguiente: 27 investigadores de la región Centro sur (41 %), 24 de la Centro (36 %), 7 de Noreste (11 %), 6 de Sureste (9 %) y dos de Noroeste (3 %) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de investigadores responsables de bancos de conservación por región y porcentaje.

Región	No. de investigadores	Porcentaje
Centro	24	36%
Centro Sur	27	41%
Noreste	7	11%
Noroeste	2	3%
Sureste	6	9%
Total general	66	100%

En lo que refiere a las capacidades en los bancos de germoplasma en términos de recursos humanos, recursos económicos y de infraestructura, las tres capacidades reflejan una tendencia a la baja a partir del 2012 (Figura 5). En el 2013 se modificó la forma en que se canalizaba recurso a través de la estrategia SINAREFI, que redujo, en general, el presupuesto de las redes, entre ellas la Red de Centros de Conservación, razón por la cual se manifiesta la tendencia señalada.



Figura 5. Promedio de las capacidades en recursos humanos, financieros y de infraestructura reportada por los responsables de bancos de germoplasma.

3.8. COLECCIÓN DE SEMILLAS

3.8.1. Cuartos fríos

Las colecciones de semillas corresponden a materiales mejorados (líneas, híbridos, variedades), poblaciones nativas o criollas y parientes silvestres, almacenados en condiciones específicas de conservación que permitan mantener la viabilidad a corto, mediano, o largo plazos, como puede ser baja humedad de la semilla (5 %), temperaturas inferiores a 0°C, humedad relativa baja y envase adecuado (a prueba de intercambio de humedad) (Molina y Córdova, 2006).

Importante mencionar que se tienen documentadas las accesiones para el presente Informe (2012-2020) en el Sistema Mundial de Información y Alerta Rápida sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (WIEWS), el cual es un sistema global de información que facilita el intercambio de información sobre RFAA, así como la preparación de diagnósticos periódicos sobre el estado de estos recursos en el mundo, que la FAO, realiza a petición y bajo la guía de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Dentro de las opciones para la conservación del germoplasma vegetal y la diversidad genética contenida en el mismo, las involucradas en la categoría denominada *ex situ*, es decir, fuera del ambiente natural de su evolución, comprenden los cuartos fríos, esta alternativa de conservación *ex situ* del germoplasma vegetal, es aplicable al mantenimiento de la viabilidad de semillas de tipo ortodoxo, es decir, aquellas cuyo contenido de humedad puede reducirse hasta el 5 % y someterse a temperaturas bajas que pueden ir desde 4°C hasta -20°C, dependiendo del periodo de conservación requerido. Para el control ambiental se utilizan los llamados cuartos fríos, en cuyo interior, además de la temperatura, los equipos deshidratadores permiten mantener la humedad relativa alrededor del 15 %, permitiendo así conservar la viabilidad de semillas ortodoxas (previamente acondicionadas), durante décadas.

Emanado del análisis del periodo del cual se está informando (2012-2019), se tiene que bajo esta estrategia de conservación se reportaron 14 instalaciones, de las cuales 11 cuentan con las condiciones, sobretodo de temperatura, cercanas a cuartos fríos para conservación de germoplasma, ya sea a corto, mediano o largo plazo, distribuidos en seis estados del país y en 11 instituciones, lo que significa que en algunos estados se localiza más de un cuarto frío. Destacar que 64 % de esos cuartos fríos se concentran en la región Centro sur, caso contrario, en las regiones Centro y Noreste, solo se concentran dos en cada región (Cuadro 6). En el caso de la región Noroeste y Sureste no se reportó la existencia de cuartos fríos.

Cuadro 6. Cuartos fríos para la conservación de semillas del tipo ortodoxas a nivel nacional y regional.

Región	Institución	No. de cuartos fríos
Centro	2	2
Centro Sur	7	7
Noreste	2	2
Nacional	11	11

Las condiciones de las instalaciones son diversas, la temperatura varía entre -18 y 14 °C y la humedad relativa entre 15 y 70 %. De acuerdo con el manual, las condiciones para conservación de germoplasma (a mediano plazo), se lleva a cabo a temperaturas entre 0 y 10° C y a largo plazo a temperaturas bajo cero (Rao *et al*, 2007). En este sentido, las 11 instalaciones se pueden agrupar en:

Bancos fríos con condiciones para resguardo de germoplasma a mediano plazo

- Banco de Germoplasma de Especies Nativas de Oaxaca (BAGENO)
- Fundación Xochitla, A. C.
- INIFAP, Campo Experimental Huastecas (CEHUAS).
- INIFAP, Campo Experimental Iguala (CEIGUA).
- Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICA-MEX).
- SNICS, Depositario Nacional de Referencia de Semillas (DNRS).
- UAAAN, Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas, Región Norte (CC-SO).
- UACH, Centro Regional Universitario Sur (CRUS).
- UDG, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (UDG-CUCBA).

Bancos fríos con condiciones de resguardo de germoplasma a largo plazo

- INIFAP, Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG)
- UACH, Banco Nacional de Germoplasma Vegetal (BANGEV)

Los otros tres bancos reportados, no se considerados dentro de estas categorías, ya que carecen de infraestructura adecuada, que son.

- Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro
- Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) - Facultad de Agronomía
- CP, Campus Montecillo

Los 14 bancos de germoplasma (bancos fríos) resguardan un total de 64,510 accesiones (Cuadro 7), que a nivel regional se concentran en la región Centro y Centro-Sur con 37,709 y 25,468 accesiones (301 y 123 géneros atendidos respectivamente). En el Anexo 2, se muestran los 342 géneros únicos, conservados bajo esta estrategia.

Cuadro 7. Número de instituciones, investigadores, géneros y accesiones conservadas a nivel regional y nacional.

Región	Institución	Investigadores	Géneros	Accesiones
Centro	3	3	301	37,709
Centro Sur	8	8	123	25,468
Noreste	2	2	15	1,316
Noroeste	1	1	1	17
Nacional	14	14	440	64,510

Considerando la información reportada en este tema en el informe 2006, se puede señalar que el número de géneros en resguardo en bancos fríos se incrementó de 15 a 440 y el número de accesiones de 54,954 a 64,510.

3.8.2. Colecciones de campo

Existen especies que no producen semilla botánica o que la producen, pero su semilla es sensible a la desecación (recalcitrantes) y por consiguiente dificulta la conservación en cuartos fríos (Molina y Córdova, 2006). El objetivo de esta estrategia es conservar plantas mediante colecciones establecidas en campo.

La información del análisis del periodo que se reporta, conjunta información de colecciones principalmente de cultivos frutales y ornamentales. Destacar el papel del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas que mediante el SINAREFI apoyó el establecimiento de tres Centros de Conservación de Semillas Recalcitrantes y arboles Perennes:

- Centro de conservación de Semillas Recalcitrantes y arboles perennes de Clima Tropical/Chiapas - INI-FAP, Campo Experimental Rosario Izapa (CERI).

- Centro de conservación de Semillas Recalcitrantes y arboles perennes de Clima Subtropical/Estado de México - Fundación Salvador Sánchez Colín, Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México (CICTAMEX, S.C.).
- Centro de conservación de Semillas Recalcitrantes y arboles perennes de Clima Templado/Estado de México - Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

A estos centros de conservación se suman 37 colecciones de campo de especies que producen semilla recalcitrante y arboles perennes distribuidas en el territorio nacional, entre estos: aguacate, chayote, cacao, guanábana, saramuyo, ciruela, orquídeas, agaves, echeverías, cactáceas, vid, papaya, camote, yuca, tigrídias y bromelias, nopal, nogal y tejocote.

Para el periodo del presente informe se reportó un total de 44 instituciones involucradas en la conservación de campo, con 44 investigadores, considerando a una persona encargada. En esta forma de conservación se resguardan 312 géneros, con un total de 11,916 accesiones (Cuadro 8). Resulta evidente la centralización de instituciones e investigadores en las regiones Centro Sur, Centro y Sureste, lo que posiblemente esté asociado a la gran diversidad de condiciones climáticas, ecosistemas y sistemas de producción agrícola. En el Anexo 3, se muestran los 312 géneros únicos, conservados bajo esta estrategia y el número de accesiones que representan.

Cuadro 8. Número de instituciones, investigadores, géneros y accesiones a nivel nacional y regional, conservadas *ex situ* en la modalidad de campo.

Región	Instituciones	Investigadores	Géneros	Accesiones
Centro	8	8	33	787
Centro Sur	22	22	243	9,734
Noreste	5	5	15	871
Noroeste	2	2	1	106
Sureste	7	7	20	418
Nacional	44	44	312	11,916

Dada la importancia de los géneros frutícolas en la Alimentación y la Agricultura, cabe resaltar 26 géneros conservados esta estrategia de gran interés comercial (Cuadro 9). El número de accesiones resguardadas es de 4,351, con mayor número para los cultivos de nopal, aguacate y anonas. La distribución del resguardo se concentra en la región Centro Sur. Con respecto al Informe 2006, para el presente informe (2012-2019), se tienen más géneros frutícolas resguardados al pasar de 16 a 26.

Cuadro 9. Géneros frutícolas conservados en el sistema de colección de campo a nivel nacional y regional.

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Annona</i>	3	286			80	369
<i>Beilschmiedia</i>		6				6
<i>Byrsonima</i>		40			23	63
<i>Carica</i>		158				158
<i>Carya</i>			53			53

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Citrus</i>			95			95
<i>Crataegus</i>		194				194
<i>Dioscorea</i>		60				60
<i>Ficus</i>	25					25
<i>Hylocereus</i>		198				198
<i>Ipomoea</i>		212				212
<i>Manihot</i>		63			83	146
<i>Nectandra</i>		5				5
<i>Opuntia</i>		479	549			1,028
<i>Persea</i>	160	539				699
<i>Pouteria</i>					67	67
<i>Prunus</i>	18					18
<i>Psidium</i>		15	133			148
<i>Punica</i>	17					17
<i>Sechium</i>		150				150
<i>Spondias</i>					56	56
<i>Stenocactus</i>		32				32
<i>Stenocereus</i>		274				274
<i>Theobroma</i>					75	75
<i>Vaccinium</i>		5				5
<i>Vitis</i>	45	153				198
Total general	268	2,869	830	0	384	4,351

Géneros ornamentales

Al igual que los frutales, existe géneros de especies ornamentales de gran importancia para la Agricultura y desde el punto de vista comercial, por lo que es importante resaltar los 137 géneros y 4,594 accesiones resguardadas en esta estrategia de conservación (Cuadro 10). La conservación se concentra en las regiones Centro, Centro Sur y Sureste. Enfatizar que muchos de los materiales corresponden a especies silvestres con potencial comercial, pero también muchos corresponden a plantas endémicas en peligro de extinción. Con respecto al número de accesiones resguardadas destacan los pertenecientes a las orquídeas y cactáceas (Cuadro 10). En comparación con el Informe 2006, en el que solo se reportaron 9 géneros, para el presente informe (2012-2020) se reportan 137 géneros, lo que significa un incremento muy significativo.

Cuadro 10. Géneros de especies ornamentales conservados.

Género	Centro	Centro Sur	Sureste	Total general
<i>Acianthera</i>		5		5
<i>Acineta</i>		25		25
<i>Aechmea</i>		1		1
<i>Alamania</i>		1		1
<i>Amparao</i>		1		1
<i>Anathallis</i>		3		3
<i>Arpophyllum</i>		24		24
<i>Artorima</i>		3		3
<i>Aspidogyne</i>		1		1
<i>Aulosepalum</i>		19		19
<i>Barbosella</i>		2		2

Género	Centro	Centro Sur	Sureste	Total general
<i>Barkeria</i>	1	16		17
<i>Beloglottis</i>		1		1
<i>Billbergia</i>		1		1
<i>Bletia</i>		80		80
<i>Brassavola</i>	2	16	2	20
<i>Brassia</i>		65		65
<i>Bromelia</i>		3		3
<i>Bulbophyllum</i>		4		4
<i>Calanthe</i>		4		4
<i>Camaridium</i>		1		1
<i>Campylocentrum</i>		8	1	9
<i>Catasetum</i>		15	1	16
<i>Catopsis</i>		64		64
<i>Cattleya</i>		3		3
<i>Chysis</i>		35		35
<i>Clowesia</i>	1	4		5
<i>Coelia</i>		44		44
<i>Cohniella</i>	2			2
<i>Comparettia</i>		4		4
<i>Cooperia</i>	1			1
<i>Corallorhiza</i>		4		4
<i>Coryphantha</i>		1		1
<i>Cranichis</i>		3		3
<i>Cuitlauzina</i>	1	9		10
<i>Cyclopogon</i>		5		5
<i>Cynoches</i>		4		4
<i>Cypripedium</i>		1		1
<i>Cyrtopodium</i>		8		8
<i>Deiregyne</i>		7		7
<i>Dendrophyllax</i>		4		4
<i>Dichaea</i>		52		52
<i>Dichromanthus</i>		8		8
<i>Dinema</i>		5		5
<i>Domingoa</i>		14		14
<i>Dracontia</i>		1		1
<i>Dryadella</i>		2		2
<i>Elleanthus</i>		16		16
<i>Encyclia</i>	8	92		100
<i>Epidendrum</i>	1	311	1	313
<i>Erycina</i>	1	8		9
<i>Erythroides</i>		2		2
<i>Euchile</i>		2		2
<i>Euphorbia</i>		548		548
<i>Galeandra</i>		3		3
<i>Gongora</i>		64		64
<i>Goodyera</i>		1		1
<i>Govenia</i>		33		33
<i>Guarianthe</i>	1	23	2	26
<i>Habenaria</i>		36		36
<i>Hagsatera</i>		1		1
<i>Hechtia</i>		5		5
<i>Hintanella</i>		3		3
<i>Homalopetalum</i>		3		3
<i>Hymenocallis</i>	29	30		59
<i>Ionopsis</i>		2		2
<i>Isochilus</i>		41		41

Género	Centro	Centro Sur	Sureste	Total general
<i>Jacquinella</i>		33		33
<i>Kefersteinia</i>		1		1
<i>Kraenzlinella</i>		1		1
<i>Lacaena</i>		1		1
<i>Laelia</i>	11	214		225
<i>Leochilus</i>		23		23
<i>Lepanthes</i>		19		19
<i>Liparis</i>		9		9
<i>Lockhartia</i>		3		3
<i>Lophiaris</i>	2	1		3
<i>Lycaste</i>		80		80
<i>Macroclinium</i>		1		1
<i>Malaxis</i>		55		55
<i>Masdevallia</i>		8		8
<i>Maxillaria</i>		146	2	148
<i>Meiracyllium</i>		5		5
<i>Mesadenus</i>		1		1
<i>Microepidendrum</i>		1		1
<i>Marmodes</i>	1	13		14
<i>Marmolyca</i>		5		5
<i>Myrmecophila</i>	2	22		24
<i>Nageliella</i>		1		1
<i>Nemaconia</i>		6		6
<i>Nidema</i>		34		34
<i>Notylia</i>		21		21
<i>Oeceoclades</i>		2	1	3
<i>Oestlundia</i>		9		9
<i>Oncidium</i>	4	148	2	154
<i>Ornithocephalus</i>		10		10
<i>Paphiopedilum</i>		1		1
<i>Pelexia</i>		1	1	2
<i>Platanthera</i>		1		1
<i>Platystele</i>		8		8
<i>Pleurothallis</i>		42		42
<i>Polianthes</i>	8			8
<i>Polystachya</i>		15		15
<i>Ponera</i>		2		2
<i>Ponthieva</i>		9		9
<i>Prescottia</i>		3		3
<i>Prosthechea</i>	3	226	2	231
<i>Pseudalcantarea</i>		3		3
<i>Restrepia</i>		2		2
<i>Restrepiella</i>		9	1	10
<i>Rhynchoaelia</i>		24		24
<i>Rhynchostele</i>	6	140		146
<i>Sacoila</i>		1		1
<i>Sarcoglottis</i>		17		17
<i>Scaphosepalum</i>		1		1
<i>Scaphyglottis</i>		20		20
<i>Scelochilus</i>		1		1
<i>Schiedeella</i>		14		14
<i>Sobralia</i>		51		51
<i>Specklinia</i>		6		6
<i>Sprekelia</i>	15			15
<i>Stanhopea</i>		145	1	146

Género	Centro	Centro Sur	Sureste	Total general
<i>Stelis</i>		54		54
<i>Tamayorkis</i>		2		2
<i>Tigridia</i>		101		101
<i>Tillandsia</i>		683		683
<i>Trichocentrum</i>	1	67	1	69
<i>Trichopilia</i>		4		4
<i>Trichosalpinx</i>		15		15
<i>Trigonidium</i>		3		3
<i>Triphora</i>		3		3
<i>Vanilla</i>		10		10
<i>Viridantha</i>		100		100
<i>Vriesea</i>		1		1
<i>Werauhia</i>		1		1
<i>Xylobium</i>		5		5
<i>Zephyranthes</i>	6			6
Total general	107	4,469	18	4,594

3.8.3. Colecciones *in vitro*

El Cultivo *in vitro* de plantas es una denominación genérica para un conjunto de técnicas que tienen como característica el uso de células, tejidos u órganos como material para propagar el germoplasma, manteniéndolo viable en condiciones asépticas en recipientes que contienen un medio de cultivo sintético, incubado en condiciones medioambientales controladas (Mijangos *et al.*, 2020).

Para el periodo que comprende el presente informe se registró a nivel nacional que 6 instituciones están involucradas en esta estrategia de conservación, en los que se trabaja un total de 44 géneros y se conserva un total de 603 accesiones, cuya conservación se concentra únicamente en la región Centro y Centro Sur (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número de instituciones, encuestas (investigadores), géneros y accesiones conservadas *in vitro* a nivel regional y nacional

Región	Instituciones	Géneros	Accesiones
Centro	3	14	331
Centro-Sur	3	30	272
Nacional	6	44	603

Nota: Algunos géneros se repiten dentro de las colecciones.

La mayoría de los géneros y cerca de un tercio de las accesiones corresponden a especie no relacionadas con la alimentación y varias corresponden a especies silvestres; no obstante, la importancia de este resguardo es porque las poblaciones se encuentran en declinación y quizá en peligro de extinción (Cuadro 12).

Cuadro 12. Géneros conservados *in vitro* a nivel regional y nacional.

Género	Centro	Centro Sur	Total general
<i>Agave</i>	71		71
<i>Allium</i>	11		11
<i>Barkeria</i>		2	2
<i>Catasetum</i>		1	1
<i>Cedrela</i>	2		2
<i>Chysis</i>		1	1
<i>Citrus</i>	26		26
<i>Clowesia</i>		2	2
<i>Comparettia</i>		1	1
<i>Coryanthes</i>		1	1
<i>Cuitlauzina</i>		1	1
<i>Cyrtopodium</i>		1	1
<i>Dinema</i>		1	1
<i>Dioscorea</i>	20	70	90
<i>Diphysa</i>	1		1
<i>Encyclia</i>		9	9
<i>Epidendrum</i>		12	12
<i>Erycina</i>		5	5
<i>Gmelina</i>	8		8
<i>Gongora</i>		1	1
<i>Laelia</i>		26	26
<i>Laelia x Prosthechea</i>		1	1
<i>Laeliocattleya</i>		3	3
<i>Lippia</i>	4		4
<i>Lycaste</i>		8	8
<i>Masdevallia</i>		1	1
<i>Mormodes</i>		1	1
<i>Myrmecophila</i>		1	1
<i>Oncidium</i>		5	5
<i>Platystele</i>		1	1
<i>Prosthechea</i>		9	9
<i>Prosthechea x Encyclia</i>		1	1
<i>Pseudotsuga</i>	7		7
<i>Rhynchoaelia</i>		4	4
<i>Rhynchostele</i>		10	10
<i>Sechium</i>	21		21
<i>Sobralia</i>		2	2
<i>Solanum</i>	96		96
<i>Stanhopea</i>		4	4
<i>Swietenia</i>	11		11
<i>Tabebuia</i>	5		5
<i>Vanilla</i>	48	87	135
Total general	331	272	603

De 44 géneros y 603 accesiones conservados *in situ*, 6 géneros tienen centro de origen o de diversidad en México y están fuertemente relacionados con la Alimentación, entre estos, *agave*, *allium* (Ajo), *dioscorea* (Camote), *vanilla* (Vainilla), *Sechium* (chayote) y *Solanum* (papa), con un total de 424 accesiones (Cuadro 13).

Cuadro 13. Especies relacionadas con la alimentación humana conservadas *in vitro* a nivel regional y nacional.

Género	Accesiones resguardadas		
	Centro	Centro Sur	Total general
<i>Agave</i>	71		71
<i>Allium</i>	11		11
<i>Dioscorea</i>	20	70	90
<i>Vanilla</i>	48	87	135
<i>Sechium</i>	21		21
<i>Solanum</i>	96		96
Total general	267	157	424

3.8.4. Crioconservación

En esta opción, tejidos vegetales especialmente acondicionados con crio protectores inmersos en nitrógeno líquido a -196°C , puede mantenerse la viabilidad de muestras de germoplasma durante años. El Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP, ubicado en Tepatitlán, Jalisco, es la única instancia que reportó contar con la infraestructura de esta técnica de conservación: Se tiene bajo resguardo un total de 123 accesiones con 100 meristemos cada una, en los siguientes cultivos 93 de papa, una de cebolla, 19 de chayote y 10 de ajo. Señalar que una de las principales tareas es el desarrollo de protocolos de crioconservación para otras especies.

3.8.5. Colección en jardines botánicos

Los jardines botánicos mexicanos contribuyen en forma muy significativa a la conservación de la diversidad vegetal del país y al desarrollo de acciones para su uso sostenible, así como programas de educación orientados a formar una conciencia pública sobre la importancia de dicha diversidad (CONABIO, 2020).

En México existen alrededor de 100 instituciones bajo la denominación de "Jardín Botánico". De estos, cerca de la mitad se encuentran agremiados en la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB), que además de integrar y vincular labores, ha fomentado la adopción de la Estrategia Mexicana de Conservación Vegetal (EMCV), como instrumento rector para sus actividades y metas. Todos los miembros de la AMJB también son miembros de Botanic Garden Conservation International (BGCI).

Para la descripción de este apartado se realizó un análisis en colaboración con la AMJB. Para ello se envió una encuesta a 35 jardines botánicos a nivel nacional, debido a que dentro de sus colecciones se identificaron materiales con importancia para la alimentación y la agricultura. Los 35 Jardines Botánicos se distribuyen en las regiones: 16 (46 %) en Centro Sur, 7 (20 %) en Centro, es, 5 (15 %) en Sureste, 5 (15 %) en Noroeste y 2 (6 %) Noreste (Figuras 6). Las instituciones participantes casi son equivalentes a los jardines, es decir, un jardín por institución (Anexo 4).



Figura 6. Distribución de Jardines Botánicos con resguardo de especies para la alimentación y la agricultura.

Para el periodo (2012-2019), solo 11 de los 35 encargados de los Jardines contaron con información para responder la encuesta del apartado de Conservación *ex situ* (Cuadro 14). De estos, ocho Jardines Botánicos reportaron actividad de recolecta, con un total de 147 accesiones recolectadas (Figura 7).

Cuadro 14. Listado de Jardines botánicos participantes por estado y región

Institución	Estado	Región
Jardín Botánico "Benjamín Francis Johnston"	Sinaloa	Noroeste
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Guanajuato	Centro
Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides"	Coahuila	Noreste
Jardín Botánico "Ollintepetl" (Parque Cubitos del Estado de Hidalgo)	Hidalgo	Centro Sur
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Ciudad de México	Centro Sur
Jardín Botánico Culiacán	Sinaloa	Noroeste
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Querétaro	Centro
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Ciudad de México	Centro Sur
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Querétaro	Centro
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Campeche	Sureste
UNAM, Jardín Botánico (UNAM-JB)	Ciudad de México	Centro Sur

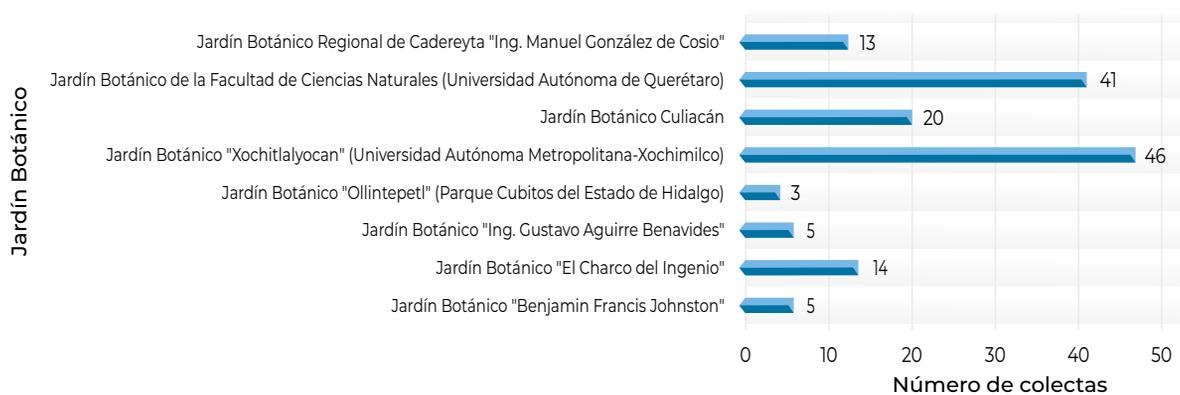


Figura 7. Jardines Botánicos que realizan actividad de recolecta.

Para el total de accesiones resguardadas en esta modalidad relacionadas con la alimentación y la agricultura, se contabilizó aquellas con necesidad de regeneración por región, además del número de accesiones regeneradas, en contraste con las accesiones con necesidad de regeneración y sin presupuesto para el desarrollo de esta actividad (Figura 8).

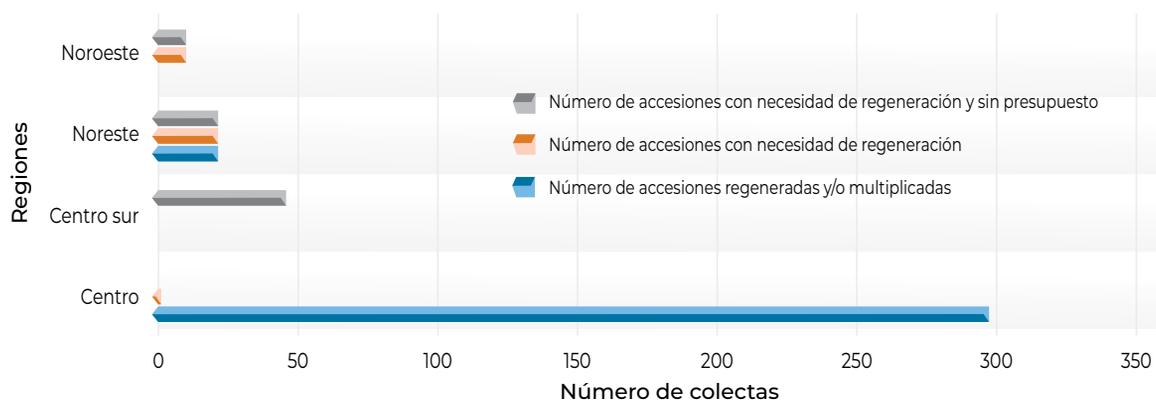


Figura 8. Actividades de regeneración realizadas por los Jardines Botánicos.

Para el periodo (2012- 2019) correspondiente a los Jardines Botánicos y su ubicación regional, se obtuvo que los que respondieron la encuesta conservan un total de 106 géneros y 133 especies relacionadas con la alimentación y la agricultura (Cuadro 15). En el Anexo 5, se puede consultar la lista de géneros conservados por Jardín Botánico.

Cuadro 15. Géneros conservados de acuerdo a los registros por región.

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Acacia</i>	2					2
<i>Agastache</i>		1				1
<i>Agave</i>	13	22	1	5	1	42
<i>Albizia</i>	1					1
<i>Aloe</i>		1				1
<i>Aloysia</i>		1				1
<i>Amaranthus</i>	1	2		1		4
<i>Annona</i>	2	5		1	1	9
<i>Arctostaphylos</i>	1					1
<i>Artemisia</i>		2				2
<i>Astrophytum</i>	1					1
<i>Beaucarnea</i>	2					2
<i>Borago</i>		1				1
<i>Bromelia</i>				3		3
<i>Buddleia</i>		1				1
<i>Byrsonima</i>	1	3		1	4	9
<i>Capsicum</i>		3		2	1	6
<i>Carica</i>		2		3	1	6
<i>Ceiba</i>	1					1
<i>Cephalocereus</i>		1				1
<i>Chenopodium</i>	1	5			1	7
<i>Chiranthodendron</i>		1				1
<i>Coriandrum</i>		1				1
<i>Crataegus</i>	1	9		1		11
<i>Croton</i>		1				1
<i>Cucurbita</i>	2	2				4
<i>Cylindropuntia</i>	1					1
<i>Cymbopogon</i>		1				1
<i>Dasyliirion</i>	1		1			2
<i>Daucus</i>	1					1
<i>Echinocactus</i>	3	2				5
<i>Epidendrum</i>	1					1
<i>Equisetum</i>		2				2
<i>Erythrina</i>	1					1
<i>Euphorbia</i>	1	1	1			3
<i>Eysenhardtia</i>		1				1
<i>Ferocactus</i>	6		1	1		8
<i>Foeniculum</i>		1				1
<i>Gossypium</i>	1	4		1	1	7
<i>Helianthus</i>		1				1
<i>Heterotheca</i>		1				1
<i>Hylocereus</i>	3	6		2	3	14
<i>Inga</i>				1		1
<i>Ipomoea</i>	1	2		1		4
<i>Jacaratia</i>				1		1
<i>Jasminum</i>		1				1
<i>Jatropha</i>		2		1	3	6
<i>Juglans</i>		5		1	2	8
<i>Justicia</i>		1				1
<i>Lantana</i>		1				1
<i>Lavandula</i>		1				1
<i>Leucaena</i>	1					1

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Lippia</i>	1		1	1		3
<i>Mammillaria</i>	6					6
<i>Manihot</i>				1		1
<i>Manilkara</i>	1	2		2	3	8
<i>Marrubium</i>		1				1
<i>Matricaria</i>		1				1
<i>Mentha</i>		3				3
<i>Mirabilis</i>		1				1
<i>Myrtillocactus</i>	1					1
<i>Neobuxbaumia</i>	1					1
<i>Nephrolepis</i>		1				1
<i>Ocimum</i>		1				1
<i>Opuntia</i>	10	8	1	1	1	21
<i>Origanum</i>		1				1
<i>Pachyrhizus</i>		1				1
<i>Parmentiera</i>				1		1
<i>Passiflora</i>		1				1
<i>Pelargonium</i>		1				1
<i>Persea</i>		7		2	4	13
<i>Petroselinum</i>	1	1				2
<i>Phaseolus</i>	1	2		1	1	5
<i>Physalis</i>		1				1
<i>Pilosocereus</i>	1					1
<i>Piqueria</i>	1					1
<i>Pithecolobium</i>	1			1		2
<i>Pittocaulon</i>		1				1
<i>Prosopis</i>	2			1		3
<i>Prunus</i>	1	9			1	11
<i>Psidium</i>		11		2	3	16
<i>Randia</i>				2		2
<i>Rosa</i>		1				1
<i>Rosmarinus</i>		1				1
<i>Salvia</i>		1				1
<i>Schinus</i>		1				1
<i>Sechium</i>		2				2
<i>Sedum</i>		1				1
<i>Selenicereus</i>	2	5		2	3	12
<i>Senna</i>	1					1
<i>Sideroxylon</i>				1		1
<i>Simmondsia</i>		1		4		5
<i>Solanum</i>		2				2
<i>Spondias</i>		2		2	2	6
<i>Stenocereus</i>	1			6		7
<i>Tanacetum</i>		1				1
<i>Theobroma</i>	1	1		2	1	5
<i>Thymus</i>		1				1
<i>Tropaeolum</i>		1				1
<i>Vainilla</i>		1		1	2	4
<i>Vallesia</i>				1		1
<i>Vanilla</i>	2	4		2		8
<i>Vitex</i>				1		1
<i>Vitis</i>		2		2		4
<i>Yucca</i>	2		1			3
<i>Zea</i>	1	3		1		5
Total general	88	182	7	66	39	382

Con respecto al número de géneros conservados bajo esta estrategia el mayor porcentaje se encuentra en la región Centro Sur (47.64 %), seguido por la región Centro (23.04 %), Noroeste (17.28 %), Sureste (10.21 %) y Noreste (1.83 %).

3.9. REGENERACIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE LAS MUESTRAS *EX SITU*.

Como parte importante de la conservación *ex situ*, durante el periodo de informe, se contabilizó el número de instituciones que reportaron actividades de regeneración o multiplicación, además de las accesiones con necesidad de regeneración y el número de estas para las cuales no se dispone de recurso. 75 instituciones registraron actividades en esta tarea para 85 cultivos. De acuerdo a la regionalización, las instituciones que realizaron estas actividades se distribuyen regionalmente de la siguiente manera: Centro Sur (45 %), Centro (21 %), Noreste (16 %), Sureste (11 %) y Noroeste (7 %) (Figura 9).

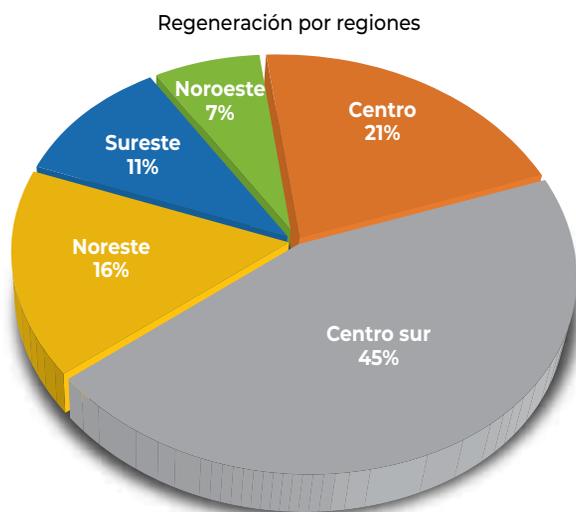


Figura 9. Instancias que realizaron actividades de regeneración por regiones.

Las diferentes estrategias de conservación *ex situ* resguardan un total de 77,534 accesiones correspondientes a 85 cultivos; de estas, solo 9,044 accesiones se han regenerado o multiplicado, 20,238 accesiones tienen necesidad de regeneración y de esas 19,954 no tienen presupuesto para regeneración (Figura 10).

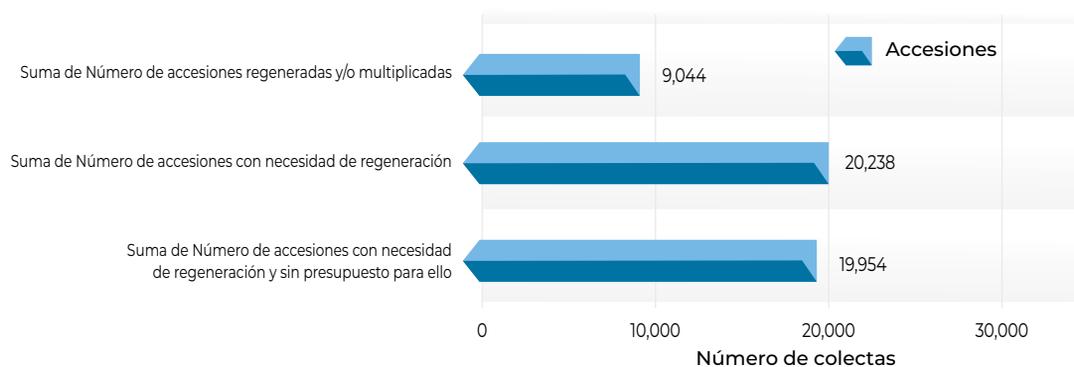


Figura 10. Accesiones regeneradas, con necesidad de regeneración y sin presupuesto para su regeneración.

Los 20 principales cultivos que se identificaron con necesidad de regeneración y sin presupuesto para el desarrollo de esta actividad se muestran en la Figura 11. Destacan entre los tres primeros maíz, chile y arroz. Mencionar que dentro de la categoría de otros cultivos se tienen en resguardo materiales medicinales, ornamentales e industriales.

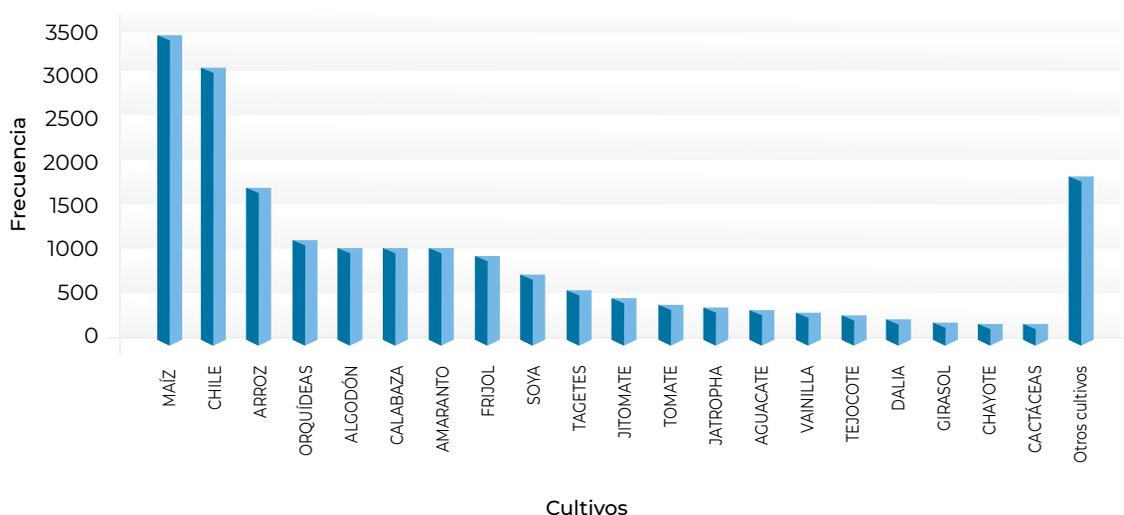


Figura 11. Principales cultivos con necesidad de regeneración y sin presupuesto.

3.10. MUESTRAS TRANSFERIDAS POR BANCOS DE GERMOPLASMA

Entre las actividades sustantivas de los Bancos de Germoplasma se encuentran la conservación de semillas y la distribución a usuarios que lo requieran. En el periodo que comprende el informe, se identificaron distintos usuarios a los que se transfirió muestras de materiales resguardadas de manera *ex situ* (Cuadro 16). A nivel nacional se distribuyó un total de 32,912 accesiones, de estas 20,525 a agricultores y ONGS y 10,590 a universidades y centros de investigación.

Cuadro 16. Número de muestras distribuidas por los diferentes bancos de germoplasma nacionales.

Región	Nacional			Internacional	No identificado	Total de muestras
	Universidades y Centros de Investigación	Sector privado	Agricultores u ONGs			
Centro	736	0	8,742	45	0	9,523
Centro Sur	6,825	1275	10,045	169	0	18,314
Noreste	2,890	0	1,506	0	300	4,696
Noroeste	114	0	0	0	0	114
Sureste	25	4	232	4	0	265
Total	10,590	1,279	20,525	218	300	32,912
Porcentaje (%)	32%	4%	62.4%	0.6%	1%	100%

En el ámbito internacional se transfirió solo 0.6 %, y 1 % con destino de transferencia no identificada. Es importante destacar las tres constancias de acceso para la emisión de dos Certificados Internacionalmente Reconocidos con los números ABSCH-IRCC-MX-207343-3, ABSCH-IRCC-MX-208823-1 y ABSCH-IRCC-MX-241563-1s, transferidas bajo el Marco Normativo del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) y el Protocolo de Nagoya, registrado en el Centro de Intercambio de Información sobre Acceso y Participación de los Beneficios (APB), el cual tiene como objetivo aumentar la certeza, claridad y transparencia en el ámbito del acceso y la participación en los beneficios.

3.11. COLECCIÓN DEL CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT), SEDE MÉXICO.

El banco de germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), es uno de los más importantes a nivel mundial, tanto por el número de accesiones conservadas a largo plazo, como por la infraestructura utilizada. En este Banco se conserva la diversidad genética necesaria para desarrollar las variedades nuevas de maíz y trigo que los productores necesitan para alimentar a la creciente población mundial bajo un ambiente cambiante.

El Banco de Germoplasma referido, conserva casi 28,000 accesiones únicas de semilla de maíz y 170,000 de trigo de todas partes del mundo. Las colecciones representan la diversidad de las variedades nativas y parientes silvestres de maíz y trigo, y se encuentran en condiciones de almacenamiento a largo plazo en beneficio de la humanidad conforme el Tratado Internacional de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación

y la Agricultura del 2007. Las colecciones también se estudian y se utilizan como una fuente de diversidad para mejorar los caracteres esenciales, tales como la tolerancia al calor y la sequía; la resistencia a plagas y enfermedades, y el rendimiento y la calidad de grano (MASAGRO, 2020).

Para el análisis de este apartado, CIMMYT, facilitó únicamente la información de 11,647 accesiones del Banco de Germoplasma de Maíz, de tal manera que dentro de esta colección se conservan 20 taxones o especies de importancia agrícola. De las 11,647 accesiones reportadas, maíz ocupa 97 % y los parientes silvestres de del maíz teocintle con 2 % y tripsacum con 1 % (Figura 12).

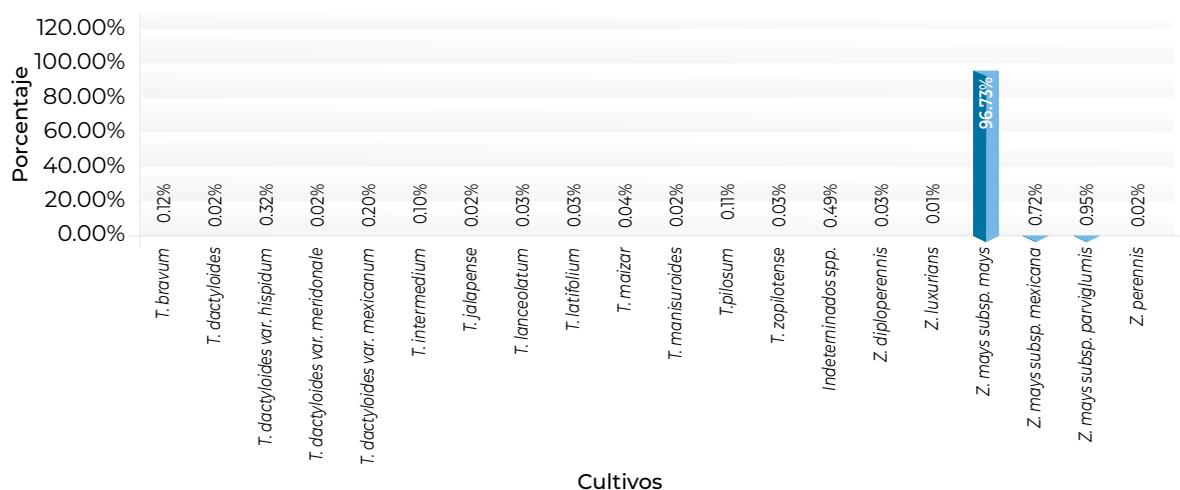


Figura 12. Accesiones resguardadas por especie.

Dentro de las actividades realizadas para preservar en buenas condiciones la colección se tiene que, de las 11,646 accesiones, solo 7 % se ha regenerado o multiplicado, 17 % de las accesiones tienen necesidad de regeneración, con presupuesto para realizar esta actividad (Figura 13).

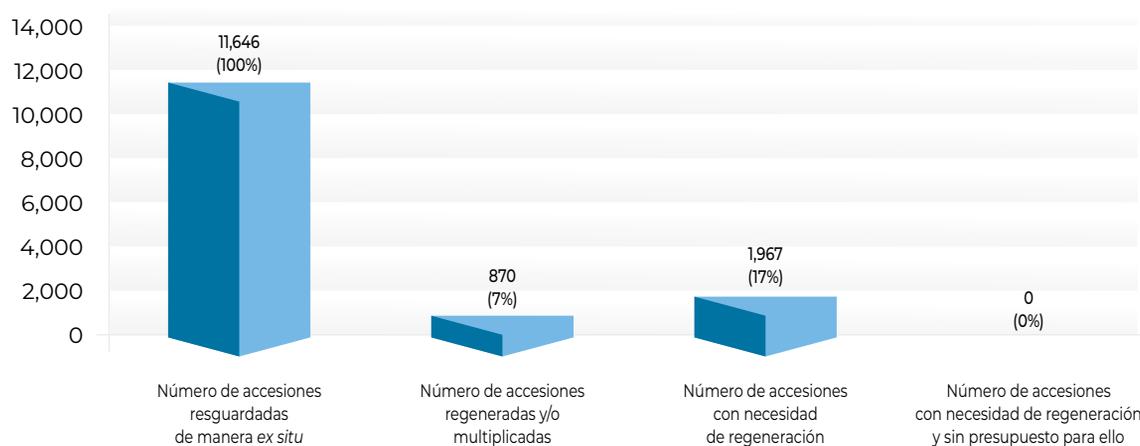


Figura 13. Accesiones resguardadas, regeneradas, con necesidad de regeneración y sin presupuesto.

El estado biológico de las accesiones conservadas se agrupa en silvestres, variedades de los agricultores/ variedad nativa y cultivares avanzados o mejorados (Figura 14), en el que sobresale las variedades de los agricultores y cultivares mejorados.

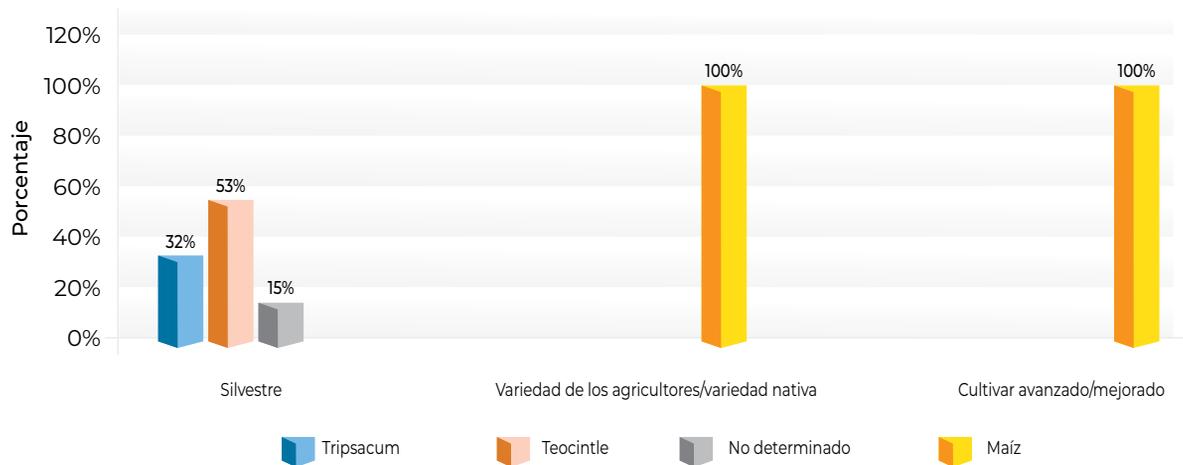


Figura 14. Estado biológico por accesiones de acuerdo al cultivo.

Los principales aspectos que propician el flujo del germoplasma conservado en los Bancos de Germoplasma, es la disponibilidad de datos derivados de su caracterización. Con respecto a la actividad de caracterización en el Banco de Germoplasma del CIMMYT, se tiene que la especie *Zea mays subsp. mays*, es la que más se ha caracterizado, con 99.07 % (Figura 15).

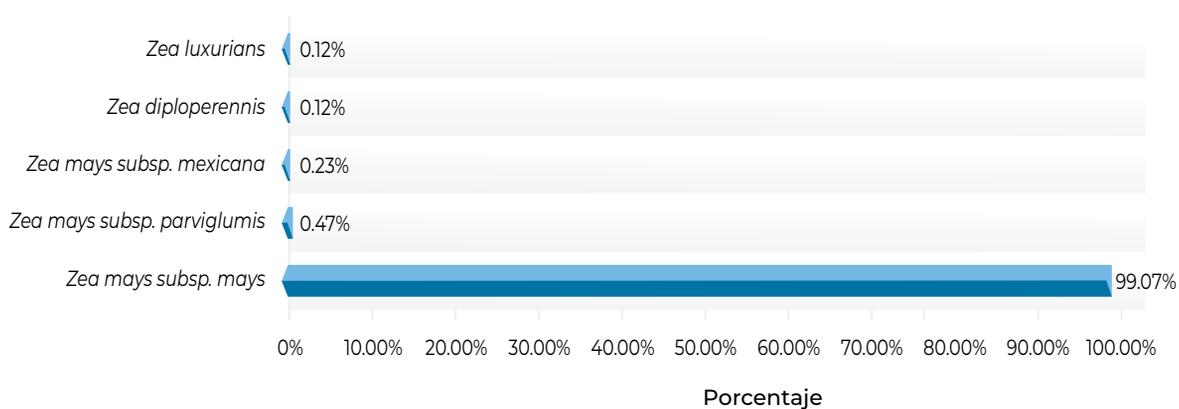


Figura 15. Accesiones caracterizadas por especie.

De la distribución de accesiones y muestras, realizadas por el CIMMYT en México, se tiene que el cultivo que más se distribuye es el maíz con 12,591 muestras distribuidas a: Universidades (3,025) muestras, a instancias fuera del país (600), a Centros nacionales de investigación agraria (461), al Sector privado (352) y a Receptores de categoría desconocida (Figura 16).

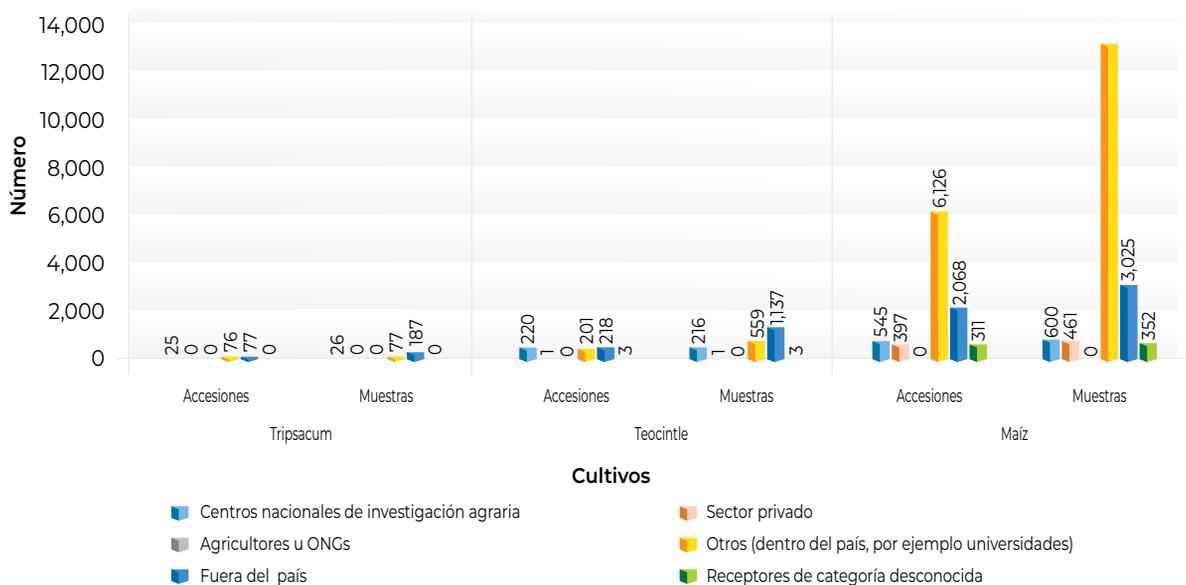


Figura 16. Distribución de muestras por cultivo.

Dentro de la colección de maíz, se tiene identificado un subconjunto de maíz tipo palomero integrado por 873 accesiones. De estas el 75.9 % de las hojuelas (palomitas) de maíz son de color blanco, el 21.08 crema y solo 0.11 % de hojuelas de color blanco/amarillo (Figura 17). El tiempo de reventado de este subconjunto ocurre de 2 a 4 segundos (Figura 18).

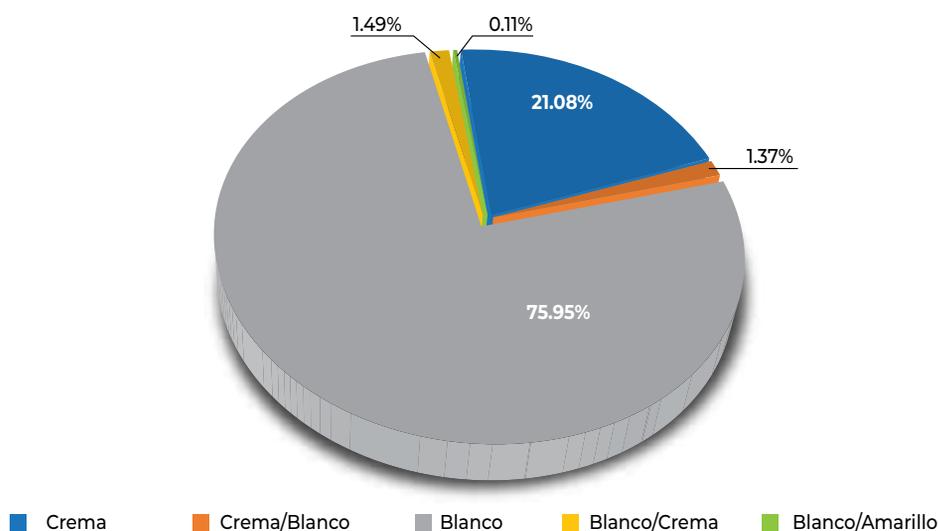


Figura 17. Color de las hojuelas (palomitas) del subconjunto de maíz palomero.

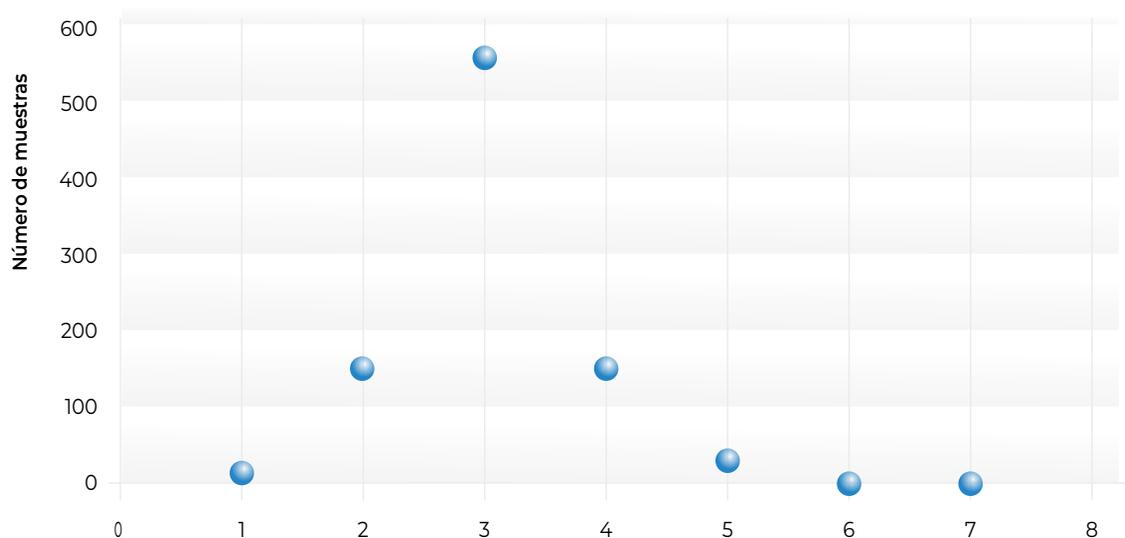


Figura 18. Distribución del tiempo en cuando a la explosión de grano (primer pop).

3.12. COLECCIONES ESPECÍFICAS

Especial atención merece el trabajo realizado por un grupo de mujeres de una comunidad Mazahua y la colección de plantas medicinales establecida como Farmacia Viviente en la Universidad Autónoma Chapingo:

Jardín de la Región Mazahua

Establecido en la comunidad de “El Huizache”, Estado de México. Las actividades tanto de colecta como de acondicionamiento y conservación del germoplasma vegetal, ha recaído principalmente en las mujeres de dicho pueblo (Cuadro 17). Complementando las 46 especies originalmente establecidas durante el inicio de sus actividades en 2015, en los últimos dos años fueron introducidas 7 especies más, cada una representada por al menos 15 individuos.

Cuadro 17. Géneros y especies de plantas ornamentales establecidos en el Jardín Múbubi, de la zona Mazahua.

Género	Familia	Nombre común
<i>Sprekelia formosissima</i> (L.) Herb.	Amaryllidaceae	Pata de gallo
<i>Zephyranthes cubensis</i> Urb.	Amaryllidaceae	Lirio de lluvia
<i>Tigridia pavonia</i> (L.f) DC.	Iridaceae	Oceloxochitl
<i>Hippeastrum</i>	Amaryllidaceae	Azucena
<i>Cosmos purpurens</i> Sherff	Compositae	Mirasol
<i>Dahlia coccinea</i>	Compositae	Dalia
<i>Zinnia americana</i>	Compositae	Miguelitos

Farmacia Viviente

En las comunidades rurales marginadas (casi siempre habitadas por indígenas), esta alternativa de conservación dinámica *ex situ* de los recursos vegetales medicinales, es de gran importancia, ya que, además de su disposición inmediata en caso de enfermedad, su uso normalmente es colectivo y gratuito, pudiendo además ser excelentes sitios educativos que propician la trasmisión del conocimiento sobre los usos medicinales particulares, formas de preparación, estructuras vegetales asociadas. En algunos casos, el intercambio de saberes es menos efímero que la sola transmisión oral del conocimiento, promoviéndose en diversos casos el uso de carteles e incluso medios electrónicos divulgativos de la información etnobotánica correspondiente a los taxa que integran la farmacia viviente, información que en algunos casos también se difunde en los propios idiomas vernáculos. Durante los últimos 3 años, la Farmacia viviente incorporó a su acervo, 94 plantas medicinales, correspondientes a 23 especies. Las especies registradas en la Farmacia Viviente del Instituto Tzapin de Plantas Medicinales de la UACH se presentan en el Anexo 6.

3.13. CONSIDERACIONES GENERALES

En general, las accesiones resguardadas en las diferentes estrategias de conservación *ex situ* con corte al año 2019, suman un total de 77,534, con la aclaración de que, en algunos casos, la misma accesión se encuentra resguarda en más de una estrategia o Banco. Resalta el número de accesiones (64,510) conservadas en la estrategia de cuartos fríos (Cuadro 18).

Cuadro 18. Número de accesiones en las distintas modalidades de conservación *ex situ* a nivel regional y nacional.

Estrategia de conservación	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Nacional
Colecciones de semilla cuartos fríos	37,709	25,468	1,316	17	--	64,510
Colecciones en campo	787	9,734	871	106	418	11,916
Colecciones <i>in vitro</i>	331	272				603
Colección en criconservación	--	123	--	--	--	123
Colecciones en Jardines Botánicos	88	182	7	66	39	382
Total	38,915	35,779	2,194	189	457	77,534

Los principales cultivos que a lo largo de la historia han tenido uso comestible y que, a pesar de ser una lista corta, su consumo y cultivo se ha extendido más allá de nuestras fronteras territoriales se muestra en el Cuadro 19. Resalta, por el número de accesiones resguardadas maíz, frijol, chile, calabaza y nopal.

Cuadro 19. Géneros y accesiones que representan cultivos originarios y de importancia agrícola en México y en el mundo.

Género	Colección de semilla	Colección en campo	Colección in vitro	Nacional
<i>Zea</i>	23,492			23,492
<i>Phaseolus</i>	12,065			12,065
<i>Capsicum</i>	4,957			4,957
<i>Persea</i>		699		699
<i>Cucúrbita</i>	1,663			1,663
<i>Carica</i>	134			134
<i>Gossypium</i>	1,249			1,249
<i>Theobroma</i>		75		75
<i>Vanilla</i>		203		203
<i>Ipomoea</i>	60	212	135	407
<i>Opuntia</i>	1,339	1,028		2,367
<i>Psidium</i>	9	148		157
<i>Agave</i>	94	581	71	746
Total	45,062	2,946	206	48,214

Entre las principales áreas de oportunidad identificadas en conservación *ex situ* en el Informe 2006, se señalan la falta de una estrategia nacional de conservación en Bancos de Germoplasma con las condiciones adecuadas para el resguardo de accesiones a corto, mediano y largo plazo, un sistema de documentación, además de contar con una estrategia de recolecta selectiva y contar con la representación de la diversidad en los principales cultivos. En este sentido, en el 2006 se estableció la Red de Centros de Conservación que se mantiene en operación hasta la fecha del presente informe, con Cinco Centros de conservación de Semillas Ortodoxas (CC-SO) para colecciones activas, un Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) para la colección Base o a Largo Plazo, un Depositario Nacional de Referencia de Semillas (DNRS), tres Centros de Conservación de Semillas Recalcitrantes y de especies perennes (CC-SR), treinta y siete Colecciones de Trabajo, tres Colecciones *in vitro* y veinte seis Bancos Comunitarios de semillas distribuidos en 10 estados (Figura 19).





Figura 19. Ubicación de las diferentes estrategias de conservación de la Red de Centros de Conservación.

En conjunto, la Red resguarda 64,210 accesiones (Cuadro 20) de 1,519 especies, que corresponden a 369 géneros; colaboran 27 instancias de educación superior, investigación, asociaciones civiles y organizaciones de productores y 54 investigadores responsables.

De las 77,534 accesiones identificadas de manera general, 77,029 están documentadas en el Sistema de Información WIEWS de la FAO. Las accesiones reportadas en Criopreservación y Jardines Botánicos se encuentran en proceso de revisión para su documentación. Resaltar que el 48 % de accesiones, reportadas en WIEWS, pertenecen a lo que reporta bajo resguardo la Red de Centros de Conservación, es decir 37,213 de 77,029 accesiones, en cuanto al resto de accesiones (52 %), se encuentra en proceso de curación para su documentación, todo esto como parte de la información para el indicador 2.5.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Cuadro 20. Accesiones resguardadas por estrategia en la Red de Centros de Conservación.

ID	Estrategia	Instancia	Centro de Conservación	Núm. de accesiones
1	Semillas Ortodoxas	UAAAN	CC-SO Región Norte	1,293
2		UDG-CUCBA	CC-SO Región Occidente	17,671
3		UACH-CRUS	CC-SO Región Sur Sureste	5,340
4		UACH-BANGEV	CC-SO Región Centro	16,792
5		ICAMEX	CC-SO ICAMEX	8,309
6		SNICS-DNRS	CC-SO DNRS	2,932
			Subtotal	52,337

ID	Estrategia	Instancia	Centro de Conservación	Núm. de accesiones
7	Semillas Recalcitrantes y especies perennes	INIFAP-CERI	CC-SR Clima Tropical	338
8		FSSC-CICTAMEX, S.C.	CC-SR Clima Subtropical	1,748
9		UACH	CC-SR Clima Templado	427
			Subtotal	2,513
10	Otras colecciones	Varias	Colecciones de Campo	9,072
11		UAG, UG y UV	Colecciones <i>in vitro</i>	288
			Subtotal	9,360
			Total general	64,210

La Red de Centros de Conservación para la documentación de las accesiones implementó el sistema de documentación denominado BanGERMEX, de forma interinstitucional, que contiene la información de los materiales en resguardo en los Bancos de Germoplasma de la Red de Centros de Conservación, con el objetivo de potenciar su uso por los productores e investigadores tanto de la iniciativa pública como privada (<http://162.243.160.96:8080/Sbd-Germoplasma/bancos>).

3.14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien las actividades de recolecta y acondicionamiento, como base para la conservación *ex situ* de germoplasma vegetal, en términos generales evidenciaron incremento, las múltiples restricciones derivadas de la Pandemia vigente, limitaron significativamente tanto las exploraciones en campo que pudieron efectuarse, como la consecución de la información relativa al estado actual de las accesiones de germoplasma vegetal conservadas, ya que, muchas de las encuestas previamente diseñadas al respecto no pudieron aplicarse debido a que varias de las instituciones donde laboran los investigadores especialistas en recursos fitogenéticos, permanecieron cerradas, como parte de las medidas sanitarias aplicadas para la reducción de contagios por el COVID-19.

Al comparar lo reportado en el Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos en México en 2006, con lo reportado en el presente informe, se sigue observando que, la mayoría de la atención continua concentrada en 15 géneros que representan cultivos nativos y de importancia agrícola en México y el mundo, entre los que destacan *Zea*, *Phaseolus* y *Agave*, siendo evidente la necesidad de dedicar mayor atención a la diversidad de otras especies y los parientes silvestres, ya que esta última cada vez se encuentra en mayor peligro de desaparecer como consecuencia del avance irracional de la frontera agrícola, en particular en el Sureste de México, en donde enormes potreros han ido sustituyendo las pocas áreas en las que aún existe la Selva Alta o Mediana Perennifolia.

3.20. CONCLUSIONES

- En comparación con el Informe de 2006, la estrategia de conservación *ex situ*, sigue utilizando las estrategias de cuartos fríos, colecciones de campo, colecciones *in vitro* y jardines botánicos para resguardar el germoplasma vegetal.
- La conservación *ex situ*, se vio fortalecida entre (2002-2014) por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, a través del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), como mecanismo de coordinación para la integración de acciones y esfuerzos entre las diferentes instancias vinculadas con los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), además de asegurar la conservación y aprovechamiento sustentable de dichos Recursos.
- Se tienen identificadas 77,534 accesiones resguardadas de manera *ex situ* en las diferentes estrategias de conservación de las cuales 77,034 se encuentran registradas en el Sistema WIEWS de la FAO. Lo que significa que México conserva más de 2,250 taxones o especies de interés en la alimentación y agricultura.
- Mencionar que se cuenta con un Centro Nacional de Recursos Genéticos a Nivel nacional, el cual lleva más de 10 años en funcionamiento.
- En comparación con el informe de 2006, siguen existiendo accesiones en colecciones de semilla que se encuentra bajo el resguardo de los investigadores (colecciones de trabajo), quienes en la mayoría de los casos no disponen de almacén con condiciones controladas para el mantenimiento del germoplasma a corto plazo (diez años) y por tanto corren el riesgo de perderse.
- Muchas de las colecciones en campo corren el riesgo de perderse por falta de recurso para su mantenimiento, por factores climáticos adversos, susceptibilidad a nuevas plagas y enfermedades.
- Se tienen resguardadas 32,654 accesiones en condiciones de largo plazo, en las dos instituciones que cuentan con las condiciones para este tipo de conservación.
- El SNICS tiene a disposición un Sistema de documentación de accesiones para usarse a nivel nacional, sin costo alguno. Implementación del Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano (BanGERMex) <http://162.243.160.96:8080/Sbd-Germoplasma/bancos>
- Los Jardines Botánicos, resguardan muchos géneros y especies, se identificó que no todos los JB, cuentan con un listado actualizado y documentado de los materiales con interés agrícola.



3.21. RECOMENDACIONES

- Consolidar una red de conservación *ex situ* del germoplasma vegetal que permita continuar con las actividades de recolección, conservación, manejo, caracterización y utilización a nivel nacional.
- Concientizar al gobierno sobre la importancia de la conservación del acervo genético vegetal nacional, mediante las distintas estrategias de conservación, buscar que se apoye el mantenimiento, mejoramiento, ampliación y activación de manera permanente.
- Aumentar el resguardo de materiales en la colección base (largo plazo) del INIFAP, Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) y UACH, Banco Nacional de Germoplasma Vegetal (BANGEV).
- Utilizar el Sistema de Documentación SBD-Germoplasma, Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano (BanGERMex).
- Incorporar a la red de conservación *ex situ* las colecciones resguardadas en los Jardines Botánicos e invitarlos a participar en el Sistema de Documentación SBD-Germoplasma, Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano (BanGERMex).
- Continuar con la incorporación a la red de conservación *ex situ* de los laboratorios que utilicen la técnica de conservación *in vitro* en géneros relacionados con la alimentación agrícola, que apoye a la conservación de géneros resguardados en colecciones de campo, que utilice o genere protocolos de crecimiento retardado, que se estudie y generen protocolos de crioconservación (conservación a largo plazo), entre otros.
- Es necesario que se dé seguimiento a los marcos jurídicos y normativos a nivel nacional e internacional, en donde México participa. En particular en lo relativo al acceso, la disponibilidad y la distribución de materiales

3.22. BIBLIOGRAFÍA

1. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2001). Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino. III Taller de Conservación *ex situ* La Paz Bolivia. Consorcio GTZ/FUNDECO/IE. https://www.unich.edu.mx/wp-content/uploads/2014/01/Exsitu_Tr%C3%B3picoAndino.pdf
2. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2020). Jardines Botánicos de México. <https://dgcii.conabio.gob.mx/jardines-botanicos/>
3. Granados S., D.; López R., G. F.; y Hernández-García, M. A. (2009). Recursos genéticos, biotecnología y propiedad intelectual. Revista Chapingo Seria Ciencias Forestales y del Ambiente 15(2): 127-140.
4. MASAGRO, Biodiversidad (2020) El Banco de Germoplasma de CIMMYT: Actividades y logros. <https://seedsofdiscovery.org/es/el-banco-de-germoplasma-del-CIMMYT-actividades-y-logros/>

5. Mijangos Cortez, J.O., Santana Buzzy, N. & Latournerie Moreno, L. (2020). Los Recursos Genéticos Vegetales in vitro: una alternativa de conservación, Gestión de los recursos naturales. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap8/02%20Los%20recursos%20geneticos.pdf>
6. Molina M., J. C y L. Córdova T. (eds.). (2006). Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. 172p.
7. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1996). Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Declaración de Leipzig. Consultado en: http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/docs/gpa_es.pdf
8. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Roma. <http://www.fao.org/3/i3704s/i3704s.pdf>
9. Rao, N.K., J. Hanson, M.E. Dulloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. (2007). Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma. No. 8. Bioversity International, Roma, Italia.



Anexo 1. Instituciones consultadas para el apartado de conservación *ex situ*.

ID	Institución	Estado	Región	Tipo
1	Agrobiotecnología y Mejoramiento Genético, S.P.R. de R.L. de C.V.	Estado de México	Centro Sur	Otras
2	Asociación Mexicana de la Dalia o Acocoxóchitl, A.C. (AMDA)	Ciudad de México	Centro Sur	Otras
3	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	Puebla	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
4	BUAP, Facultad de Ingeniería Hidráulica	Puebla	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
5	COFUPRO, Fundación Produce Aguascalientes A. C.	Aguascalientes	Centro	Otras
6	Colegio de Postgraduados (CP)	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
7	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Ciudad de México	Centro Sur	Otras
8	CONACYT, Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)	Yucatán	Sureste	Enseñanza y/o investigación
9	CONACYT, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
10	CONACYT, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S.C. (CIBNOR)	Baja California Sur	Noroeste	Enseñanza y/o investigación
11	CP, Campus Montecillo	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
12	CP, Campus Puebla	Puebla	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
13	CP, Campus Veracruz	Veracruz	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
14	Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro	Querétaro	Centro	Enseñanza y/o investigación
15	Fundación Salvador Sánchez Colín, Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México (CICTAMEX, S.C.)	Estado de México	Centro Sur	Otras
16	Fundación Xochitla, A. C.	Estado de México	Centro Sur	Otras
17	Grupo Interdisciplinario de Investigación en Sechium edule en México, A.C. (GISEM)	Estado de México	Centro Sur	Otras
18	INIFAP, Campo Experimental Bajío (CEBAJ)	Guanajuato	Centro	Enseñanza y/o investigación
19	INIFAP, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco (CEJAL)	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
20	INIFAP, Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH)	Chiapas	Sureste	Enseñanza y/o investigación
21	INIFAP, Campo Experimental Chetumal (CECHET)	Quintana Roo	Sureste	Enseñanza y/o investigación
22	INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla (CECOT)	Veracruz	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
23	INIFAP, Campo Experimental El Palmar (CEPAL)	Veracruz	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
24	INIFAP, Campo Experimental General Terán (CEGET)	Nuevo León	Noreste	Enseñanza y/o investigación
25	INIFAP, Campo Experimental Huastecas (CEHUAS)	Tamaulipas	Noreste	Enseñanza y/o investigación
26	INIFAP, Campo Experimental Huimanguillo (CEHUI)	Tabasco	Noreste	Enseñanza y/o investigación
27	INIFAP, Campo Experimental Iguala (CEIGUA)	Guerrero	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
28	INIFAP, Campo Experimental Ixtacuaco (CEIXT)	Veracruz	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
29	INIFAP, Campo Experimental Los Cañones	Zacatecas	Noreste	Enseñanza y/o investigación
30	INIFAP, Campo Experimental Mochochá (CEMOC)	Yucatán	Sureste	Enseñanza y/o investigación
31	INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB)	Sonora	Noroeste	Enseñanza y/o investigación
32	INIFAP, Campo Experimental Pabellón (CEPAB)	Aguascalientes	Centro	Enseñanza y/o investigación
33	INIFAP, Campo Experimental Río Bravo (CERIB)	Tamaulipas	Noreste	Enseñanza y/o investigación
34	INIFAP, Campo Experimental Rosario Izapa (CERI)	Chiapas	Sureste	Enseñanza y/o investigación
35	INIFAP, Campo Experimental Saltillo (CESAL)	Coahuila	Noreste	Enseñanza y/o investigación

ID	Institución	Estado	Región	Tipo
36	INIFAP, Campo Experimental San Luis (CESAN)	San Luis Potosí	Centro	Enseñanza y/o investigación
37	INIFAP, Campo Experimental Santiago Ixcuintla (CESIX)	Nayarit	Centro	Enseñanza y/o investigación
38	INIFAP, Campo Experimental Sierra de Chihuahua (CESICHI)	Chihuahua	Noreste	Enseñanza y/o investigación
39	INIFAP, Campo Experimental Tecmán (CETECO)	Colima	Centro	Enseñanza y/o investigación
40	INIFAP, Campo Experimental Uruapan (CEURU)	Michoacán	Centro	Enseñanza y/o investigación
41	INIFAP, Campo Experimental Valle de Apatzingán (CEVA)	Michoacán	Centro	Enseñanza y/o investigación
42	INIFAP, Campo Experimental Valle de Culiacán (CEVACU)	Sinaloa	Noroeste	Enseñanza y/o investigación
43	INIFAP, Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX)	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
44	INIFAP, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca (CEVOAX)	Oaxaca	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
45	INIFAP, Campo Experimental Zacatecas (CEZAC)	Zacatecas	Noreste	Enseñanza y/o investigación
46	INIFAP, Campo Experimental Zacatepec (CEZAP)	Morelos	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
47	INIFAP, Campo Experimental Zaragoza	Coahuila	Noreste	Enseñanza y/o investigación
48	INIFAP, Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG)	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
49	INIFAP, Campo Experimental Tecmán, México	Colima	Centro	Enseñanza y/o investigación
50	Instituto de Ecología, A. C. (INECOL)	Veracruz	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
51	Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuicola y Forestal del Estado de México (ICAMEX)	Estado de México	Centro Sur	Otras
52	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	Ciudad de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
53	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
54	Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Ciudad de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
55	Instituto Tecnológico de Chiná (IT-Chiná)	Campeche	Sureste	Enseñanza y/o investigación
56	Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano (IT-Altamirano)	Guerrero	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
57	Instituto Tecnológico de Conkal (IT-Conkal)	Yucatán	Sureste	Enseñanza y/o investigación
58	Instituto Tecnológico de El Salto	Durango	Noreste	Enseñanza y/o investigación
59	Instituto Tecnológico de Roque (ITR)	Guanajuato	Centro	Enseñanza y/o investigación
60	Instituto Tecnológico de Tlajomulco (ITT)	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
61	Instituto Tecnológico de Tuxtepec (IT-Tuxtepec)	Oaxaca	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
62	Instituto Tecnológico del Salto	Durango	Noreste	Enseñanza y/o investigación
63	Instituto Tecnológico el Llano (ITLLANO)	Aguascalientes	Centro	Enseñanza y/o investigación
64	Instituto Tecnológico del El Salto	Durango	Noreste	Enseñanza y/o investigación
65	IPN, CIIDIR Unidad Michoacán	Michoacán	Centro	Enseñanza y/o investigación
66	Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Sinaloa	Noroeste	JB
67	Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Guanajuato	Centro	JB
68	Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides"	Coahuila	Noreste	JB
69	Jardín Botánico "Ollintpetli" (Parque Cubitos del Estado de Hidalgo)	Hidalgo	Centro Sur	JB
70	Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Ciudad de México	Centro Sur	JB
71	Jardín Botánico Culiacán	Sinaloa	Noroeste	JB
72	Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Querétaro	Centro	JB
73	Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Ciudad de México	Centro Sur	JB
74	Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Querétaro	Centro	JB
75	Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Campeche	Sureste	JB
76	Munsa Molinos, S.A. de C.V.	Sonora	Noroeste	Otras

ID	Institución	Estado	Región	Tipo
77	Novasem Innovaciones, S.A. de C.V.	Jalisco	Centro	Otras
78	Orquideario Tilzapote - Escuela Preparatoria Agropecuaria "Juan Sabines Gutiérrez", Tiltepec, Jiquipilas, Chiapas	Chiapas	Sureste	Enseñanza y/o investigación
79	Red de Recursos Genéticos de México (REGENMEX)	Estado de México	Centro Sur	Otras
80	Red Indígena de Turismo de México (RITA)	Ciudad de México	Centro Sur	Otras
81	SNICS, Depositario Nacional de Referencia de Semillas (DNRS)	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
82	UAAAN, Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas, Región Norte (CC-SO)	Coahuila	Noreste	Enseñanza y/o investigación
83	UACH, Banco Nacional de Germoplasma Vegetal (BANGEV)	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
84	UACH, Centro Regional Universitario Centro Norte (CRUCEN)	Zacatecas	Noreste	Enseñanza y/o investigación
85	UACH, Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO)	Michoacán	Centro	Enseñanza y/o investigación
86	UACH, Centro Regional Universitario de la Península de Yucatán (CRUPY)	Yucatán	Sureste	Enseñanza y/o investigación
87	UACH, Centro Regional Universitario Oriente (CRUO)	Veracruz	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
88	UACH, Centro Regional Universitario Sur (CRUS)	Oaxaca	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
89	UAEM, Campus El Cerrillo Piedras Blancas	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
90	UAEM, Campus Tenancingo	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
91	UAM, Unidad Iztapalapa (UAM-I)	Ciudad de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
92	UDG, Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas, Región Occidente (CCSO-RO)	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
93	UDG, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (UDG-CUCBA)	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
94	UDG, Centro Universitario de la Ciénega (UDG-CUCI)	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
95	UDG, Centro Universitario de la Costa Sur	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
96	UNAM, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (UNAM-FES-Cuautitlán)	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
97	UNAM, Instituto de Biología	Ciudad de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
98	UNAM, Jardín Botánico (UNAM-JB)	Ciudad de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
99	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)	Coahuila	Noreste	Enseñanza y/o investigación
100	Universidad Autónoma Chapingo (UACH)	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
101	Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)	Aguascalientes	Centro	Enseñanza y/o investigación
102	Universidad Autónoma de Campeche (UACAM)	Campeche	Sureste	Enseñanza y/o investigación
103	Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)	Chiapas	Sureste	Enseñanza y/o investigación
104	Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro)	Guerrero	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
105	Universidad Autónoma de Nayarit (UAN)	Nayarit	Centro	Enseñanza y/o investigación
106	Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) - Unidad de Tecnología de Alimentos	Nayarit	Centro	Enseñanza y/o investigación
107	Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	Nuevo León	Noreste	Enseñanza y/o investigación
108	Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)	Sinaloa	Noroeste	Enseñanza y/o investigación
109	Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) - Facultad de Agronomía	Sinaloa	Noroeste	Enseñanza y/o investigación
110	Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)	Tamaulipas	Noreste	Enseñanza y/o investigación
111	Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), Facultad de Ingeniería y Ciencias	Tamaulipas	Noreste	Enseñanza y/o investigación
112	Universidad Autónoma de Yucatán (UAY)	Yucatán	Sureste	Enseñanza y/o investigación
113	Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)	Estado de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
114	Universidad de Baja California (UBC)	Baja California	Noroeste	Enseñanza y/o investigación
115	Universidad de Guadalajara (UDG)	Jalisco	Centro	Enseñanza y/o investigación
116	Universidad de Guanajuato (UG)	Guanajuato	Centro	Enseñanza y/o investigación
117	Universidad de Quintana Roo (UQROO)	Quintana Roo	Sureste	Enseñanza y/o investigación

ID	Institución	Estado	Región	Tipo
118	Universidad de Sonora (UNISON)	Sonora	Noroeste	Enseñanza y/o investigación
119	Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo (UIMQROO)	Quintana Roo	Sureste	Enseñanza y/o investigación
120	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)	Tabasco	Sureste	Enseñanza y/o investigación
121	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)	Michoacán	Centro	Enseñanza y/o investigación
122	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Ciudad de México	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
123	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP)	Puebla	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
124	Universidad Tecnológica de la Selva (UTSELVA)	Chiapas	Sureste	Enseñanza y/o investigación
125	Universidad Veracruzana (UV)	Veracruz	Centro Sur	Enseñanza y/o investigación
126	VivePlants	Colima	Centro	Otras

Anexo 2. Géneros conservados en el sistema de colección de cuartos fríos a nivel nacional y regional.

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Total general
<i>Abelmoschus</i>	2				2
<i>Abies</i>	7				7
<i>Acacia</i>	33				33
<i>Acrocarpus</i>	1				1
<i>Adenophyllum</i>	6	1			7
<i>Aechmea</i>		4			4
<i>Aegilotriticum</i>	405				405
<i>Aeschynomene</i>	91	67			158
<i>Agastache</i>	1				1
<i>Agave</i>	53	25	16		94
<i>Ageratum</i>	1				1
<i>Albizia</i>	12				12
<i>Albizia</i>	1				1
<i>Alchornea</i>	1				1
<i>Allowissadula</i>	6				6
<i>Alnus</i>	4				4
<i>Amaranthus</i>	439	1,174	2		1,615
<i>Ambrosia</i>	1				1
<i>Amphipterygium</i>	2				2
<i>Andropogon</i>		3			3
<i>Annona</i>	1	45			46
<i>Anoda</i>		1			1
<i>Anredera</i>	1				1
<i>Apium</i>	1				1
<i>Apodanthera</i>	6				6
<i>Arachis</i>	40	7			47
<i>Arbutus</i>	1				1
<i>Arctostaphylos</i>	3				3
<i>Argemone</i>	4				4
<i>Ariocarpus</i>	2				2
<i>Arivela</i>	1				1
<i>Arracacia</i>			1		1
<i>Asclepias</i>	8	2			10
<i>Aster</i>	1				1
<i>Astrophytum</i>	1				1
<i>Atriplex</i>	6				6
<i>Avena</i>	122	4			126
<i>Baccharis</i>	2				2
<i>Beaucarnea</i>	1	7			8

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Total general
<i>Begonia</i>		47			47
<i>Berberis</i>	1				1
<i>Beschorneria</i>	2	1			3
<i>Beta</i>		2			2
<i>Bidens</i>	7	1			8
<i>Bixa</i>		79			79
<i>Bomarea</i>	1				1
<i>Bothriochloa</i>	53	26			79
<i>Bouchea</i>	1				1
<i>Bouteloua</i>	152	120			272
<i>Brassica</i>		4	3		7
<i>Bromelia</i>		5			5
<i>Brunellia</i>	2				2
<i>Brunfelsia</i>	1				1
<i>Buchloe</i>		37			37
<i>Buddleja</i>	1				1
<i>Bursera</i>	16				16
<i>Byrsonima</i>	1				1
<i>Caesalpinia</i>	1				1
<i>Cajanus</i>		1			1
<i>Calliandra</i>	3				3
<i>Canavalia</i>		2			2
<i>Canna</i>	2				2
<i>Capsella</i>	2				2
<i>Capsicum</i>	1,226	2,964	750	17	4,957
<i>Carica</i>	46	88			134
<i>Carthamus</i>	2				2
<i>Carya</i>	1				1
<i>Catopsis</i>		8			8
<i>Cecropia</i>	1				1
<i>Cedrela</i>	48				48
<i>Ceiba</i>	6				6
<i>Celosia</i>		4			4
<i>Celtis</i>	10				10
<i>Cenchrus</i>	10				10
<i>Centrosema</i>	11	10			21
<i>Cercidium</i>	5				5
<i>Cercis</i>	1				1
<i>Chamaecrista</i>	2				2
<i>Chaunanthus</i>	1				1
<i>Chenopodium</i>	28	82			110
<i>Chilopsis</i>	1				1
<i>Chloris</i>	4	1			5
<i>Chromolaena</i>	1				1
<i>Cicer</i>	34				34
<i>Cirsium</i>		1			1
<i>Cissus</i>	1				1
<i>Citharexylum</i>	1				1
<i>Citrullus</i>	6				6
<i>Clethra</i>	1				1
<i>Clitoria</i>	6				6
<i>Cnidoscolus</i>		33			33
<i>Cajoba</i>	1				1
<i>Colubrina</i>	3				3
<i>Comarostaphylis</i>	1				1

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Total general
<i>Commelina</i>	2				2
<i>Condalia</i>	4				4
<i>Conopholis</i>	1				1
<i>Cardia</i>	6				6
<i>Coriandrum</i>	14	15			29
<i>Cosmos</i>	6	2	3		11
<i>Couratari</i>	1				1
<i>Crotalaria</i>	21	60			81
<i>Croton</i>	1				1
<i>Cucumis</i>	3				3
<i>Cucurbita</i>	498	1,145	20		1,663
<i>Cupania</i>		34			34
<i>Cuphea</i>	93	1			94
<i>Cupressus</i>	37				37
<i>Cylindropuntia</i>	5				5
<i>Cyperus</i>	1				1
<i>Cyphomandra</i>		2			2
<i>Cyrtocarpa</i>	1				1
<i>Dahlia</i>	197	1,158	12		1,367
<i>Dalea</i>	4				4
<i>Dasyllirion</i>	2				2
<i>Datura</i>	24				24
<i>Desmanthus</i>	5	1			6
<i>Desmodium</i>	3				3
<i>Digitaria</i>	31	3			34
<i>Dioscorea</i>	164				164
<i>Disakisperma</i>	3				3
<i>Dodonaea</i>	8				8
<i>Dolichos</i>	1	2			3
<i>Dyssodia</i>	6				6
<i>Ebenopsis</i>	1				1
<i>Echeandia</i>	3				3
<i>Echeveria</i>	11	88			99
<i>Echinocactus</i>	4				4
<i>Ehretia</i>	1				1
<i>Eleusine</i>	1				1
<i>Elymus</i>	5	8			13
<i>Enterolobium</i>	4				4
<i>Eragrostis</i>	9				9
<i>Eryngium</i>	3				3
<i>Erythrina</i>	7				7
<i>Eucalyptus</i>	4				4
<i>Eucnide</i>	1				1
<i>Eupatorium</i>	1				1
<i>Euphorbia</i>	10	128			138
<i>Eysenhardtia</i>	1				1
<i>Ferocactus</i>	8				8
<i>Festuca</i>		2			2
<i>Forestiera</i>	1				1
<i>Fosterella</i>		5			5
<i>Fraxinus</i>	7				7
<i>Furcraea</i>		1			1
<i>Galactia</i>	1				1
<i>Galinsoga</i>		1			1
<i>Glycine</i>	3				3

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Total general
<i>Gomphrena</i>	1				1
<i>Gonolobus</i>	3				3
<i>Gossypium</i>	680	517	52		1,249
<i>Guazuma</i>	6				6
<i>Haematoxylum</i>	1				1
<i>Hechtia</i>	6	10			16
<i>Heimia</i>	1				1
<i>Helenium</i>	1				1
<i>Helianthus</i>	109	238	66		413
<i>Heliocarpus</i>	2	39			41
<i>Hemiphylacus</i>	2				2
<i>Herissantia</i>	1				1
<i>Hesperaloe</i>	11	1			12
<i>Heteropogon</i>	2	2			4
<i>Heterotheca</i>		27			27
<i>Hibiscus</i>	100				100
<i>Hilaria</i>	3	11			14
<i>Hordeum</i>	48	3			51
<i>Hylocereus</i>	1	20			21
<i>Indigofera</i>	3				3
<i>Ipomoea</i>	59	1			60
<i>Isolatocereus</i>	1				1
<i>Jaltomata</i>	2				2
<i>Jarava</i>	1				1
<i>Jatropha</i>	105	456			561
<i>Juglans</i>	1	1			2
<i>Juniperus</i>	1				1
<i>Karwinskia</i>	7				7
<i>Lagenaria</i>	6	15			21
<i>Lantana</i>	3				3
<i>Lens</i>	10	78			88
<i>Leonotis</i>	2				2
<i>Lepidium</i>	5		2		7
<i>Leptochloa</i>	21	23			44
<i>Lepedeza</i>	2				2
<i>Leucaena</i>	117	2			119
<i>Lippia</i>	4	54			58
<i>Liquidambar</i>	20				20
<i>Lonchocarpus</i>	5				5
<i>Lopezia</i>	1				1
<i>Lophophora</i>	1				1
<i>Lotus</i>	2				2
<i>Luffa</i>	2				2
<i>Lupinus</i>	1	102			103
<i>Lycianthes</i>	1				1
<i>Lycurus</i>	77				77
<i>Lysiloma</i>	11				11
<i>Macroptilium</i>	60	4			64
<i>Magnolia</i>	1				1
<i>Malacomeles</i>	1				1
<i>Malva</i>		1			1
<i>Malvastrum</i>	1				1
<i>Mammillaria</i>	10				10
<i>Manfreda</i>	2	2			4
<i>Melampodium</i>	1				1

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Total general
<i>Melochia</i>	1				1
<i>Mentzelia</i>	6				6
<i>Mesadenus</i>	1				1
<i>Mesosphaerum</i>	1				1
<i>Mimosa</i>	3				3
<i>Mirabilis</i>	6				6
<i>Moluccella</i>	1				1
<i>Monarda</i>		1			1
<i>Montanoa</i>	1				1
<i>Morkillia</i>	1				1
<i>Morus</i>	1				1
<i>Mucuna</i>		16			16
<i>Muhlenbergia</i>	1	1			2
<i>Myrsine</i>	3				3
<i>Myrtillocactus</i>	5				5
<i>Nicandra</i>	2				2
<i>Nicotiana</i>	205	26			231
<i>Nissolia</i>	1				1
<i>Nolina</i>	4				4
<i>Nopalea</i>	1				1
<i>Opuntia</i>	536	803			1,339
<i>Oryza</i>	97				97
<i>Pachyrhizus</i>		47			47
<i>Panicum</i>	193	6			199
<i>Pappaphorum</i>	33	5			38
<i>Parkinsonia</i>	4				4
<i>Parmentiera</i>	1				1
<i>Parthenium</i>	14				14
<i>Paspalum</i>	1				1
<i>Passiflora</i>	5				5
<i>Penstemon</i>	5				5
<i>Pernettya</i>	1				1
<i>Petroselinum</i>		1			1
<i>Phacelia</i>		1			1
<i>Phalaris</i>	2				2
<i>Phaseolus</i>	8,435	3,479	151		12,065
<i>Philophyllum</i>		2			2
<i>Physalis</i>	692	1,130			1,822
<i>Physaria</i>	11				11
<i>Phytolacca</i>	3	3			6
<i>Picea</i>	1				1
<i>Pinus</i>	967	202			1,169
<i>Piptadenia</i>	1				1
<i>Pisum</i>	13	3			16
<i>Pitcairnia</i>		2			2
<i>Pithecellobium</i>	1				1
<i>Platanus</i>	46				46
<i>Platymiscium</i>	3				3
<i>Plumbago</i>	3				3
<i>Polianthes</i>	2				2
<i>Polyclathra</i>	1				1
<i>Porophyllum</i>	10	64			74
<i>Portulaca</i>	4	63	1		68
<i>Prionosciadium</i>	1				1
<i>Proboscidea</i>	7				7

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Total general
<i>Prosopis</i>	32				32
<i>Prunus</i>	6				6
<i>Pseudotsuga</i>	56				56
<i>Psidium</i>	9				9
<i>Ptelea</i>	5				5
<i>Quercus</i>	22				22
<i>Randia</i>	1				1
<i>Renealmia</i>		40			40
<i>Rhus</i>	2				2
<i>Rhynchelytrum</i>		5			5
<i>Rhynchosia</i>	6				6
<i>Ricinus</i>		134			134
<i>Rivina</i>	1				1
<i>Rumex</i>		5			5
<i>Salicornia</i>	6				6
<i>Salix</i>	1				1
<i>Salvia</i>	10	80			90
<i>Sanvitalia</i>	16				16
<i>Schizolobium</i>	2				2
<i>Secale</i>	26				26
<i>Senecio</i>	3				3
<i>Senna</i>	14				14
<i>Sesamum</i>	114	833			947
<i>Sesbania</i>	3				3
<i>Setaria</i>	45	19			64
<i>Sida</i>	4				4
<i>Simmondsia</i>	44	6			50
<i>Solanum</i>	1,209	644			1,853
<i>Sophora</i>	2				2
<i>Sorghastrum</i>		1			1
<i>Sorghum</i>	68				68
<i>Sphaeralcea</i>	5				5
<i>Sporobolus</i>		8			8
<i>Stenocactus</i>	2				2
<i>Stenocereus</i>		3			3
<i>Stipa</i>	1	1			2
<i>Stizolobium</i>		1			1
<i>Stylosanthes</i>	1				1
<i>Suaeda</i>	20	100			120
<i>Swietenia</i>	1				1
<i>Syngonium</i>	1				1
<i>Tabebuia</i>	3				3
<i>Tagetes</i>	1,209	866	29		2,104
<i>Talinopsis</i>	3				3
<i>Talinum</i>	2				2
<i>Tamarindus</i>	2				2
<i>Taraxacum</i>	1				1
<i>Taxodium</i>	4				4
<i>Tecoma</i>	11				11
<i>Tectona</i>	48				48
<i>Thelocactus</i>	2				2
<i>Thevetia</i>	2				2
<i>Thymophylla</i>	5				5
<i>Tigridia</i>	10	78			88
<i>Tillandsia</i>	2	111			113

Géneros	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Total general
<i>Tithonia</i>	5	24			29
<i>Tradescantia</i>	1				1
<i>Trema</i>	7				7
<i>Trichilia</i>	1	25			26
<i>Trichopilia</i>		1			1
<i>Trichospermum</i>	1				1
<i>Tridax</i>		1			1
<i>Trifolium</i>	3				3
<i>Tripogandra</i>	1				1
<i>Triticosecale</i>	503				503
<i>Triticum</i>	1,103	4			1,107
<i>Ulmus</i>	4				4
<i>Vaccinium</i>	8				8
<i>Vachellia</i>	1				1
<i>Vallesia</i>	1				1
<i>Vicia</i>	8	6			14
<i>Vigna</i>	40	16			56
<i>Viridantha</i>		14			14
<i>Vismia</i>	3				3
<i>Vitis</i>	1	2			3
<i>Washingtonia</i>	4				4
<i>Yucca</i>	29	1			30
<i>Zaluzania</i>	3				3
<i>Zanthoxylum</i>	1				1
<i>Zapoteca</i>	5				5
<i>Zea</i>	15,822	7,462	208		23,492
<i>Zephyranthes</i>	12	2			14
<i>Zinnia</i>	38				38
No disponible	1	1			2
Total general	37,709	25,468	1,316	17	64,510

Anexo 3. Géneros conservados en el sistema de colección de campo.

Género	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Acacia</i>		3				3
<i>Acanthocereus</i>		17				17
<i>Acharagma</i>		1				1
<i>Acianthera</i>		5				5
<i>Acineta</i>		25				25
<i>Aechmea</i>		1				1
<i>Agave</i>	404	177				581
<i>Alamania</i>		1				1
<i>Aloe</i>		1				1
<i>Amparao</i>		1				1
<i>Anathallis</i>		3				3
<i>Annona</i>	3	286			80	369
<i>Aporocactus</i>		4				4
<i>Ariocarpus</i>		7	8			15
<i>Arpophyllum</i>		24				24
<i>Artorima</i>		3				3
<i>Asclepias</i>		1				1
<i>Aspidogyne</i>		1				1
<i>Astrophytum</i>		20	6			26

Género	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Aulosepalum</i>		19				19
<i>Aztekium</i>		1				1
<i>Barbosella</i>		2				2
<i>Barkeria</i>	1	16				17
<i>Beaucarnea</i>		51			16	67
<i>Begonia</i>		3				3
<i>Beilschmiedia</i>		6				6
<i>Beloglottis</i>		1				1
<i>Billbergia</i>		1				1
<i>Bletia</i>		80				80
<i>Bougainvillea</i>		1				1
<i>Bouvardia</i>		3				3
<i>Brahea</i>		1				1
<i>Brassavola</i>	2	16			2	20
<i>Brassia</i>		65				65
<i>Bromelia</i>		3				3
<i>Bulbophyllum</i>		4				4
<i>Bursera</i>		21				21
<i>Byrsonima</i>		40			23	63
<i>Calanthe</i>		4				4
<i>Calibanus</i>		4				4
<i>Camaridium</i>		1				1
<i>Campylocentrum</i>		8			1	9
<i>Carica</i>		158				158
<i>Carnegiea</i>		7				7
<i>Carya</i>			53			53
<i>Catasetum</i>		15			1	16
<i>Catopsis</i>		64				64
<i>Cattleya</i>		3				3
<i>Cephalocereus</i>		45				45
<i>Cereus</i>		4				4
<i>Chysis</i>		35				35
<i>Citrus</i>			95			95
<i>Clowesia</i>	1	4				5
<i>Cnidocolus</i>		1				1
<i>Cochemiea</i>		1				1
<i>Coelia</i>		44				44
<i>Cohniella</i>	2					2
<i>Comparettia</i>		4				4
<i>Cooperia</i>	1					1
<i>Corallorhiza</i>		4				4
<i>Coryphantha</i>		36	5			41
<i>Cotoneaster</i>		1				1
<i>Cranichis</i>		3				3
<i>Crataegus</i>		194				194
<i>Cuitlauzina</i>	1	9				10
<i>Cumarinia</i>		1				1
<i>Cyclopogon</i>		5				5
<i>Cycnoches</i>		4				4
<i>Cylindropuntia</i>		25				25
<i>Cypripedium</i>		1				1
<i>Cyrtopodium</i>		8				8
<i>Dasyllirion</i>		59				59
<i>Deamia</i>		1				1
<i>Deiregyne</i>		7				7

Género	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Dendrophylax</i>		4				4
<i>Dichaea</i>		52				52
<i>Dichromanthus</i>		8				8
<i>Dinema</i>		5				5
<i>Dioscorea</i>		60				60
<i>Disocactus</i>		4				4
<i>Domingoa</i>		14				14
<i>Dracontia</i>		1				1
<i>Dryadella</i>		2				2
<i>Echeveria</i>		350				350
<i>Echinocactus</i>		96	2			98
<i>Echinocereus</i>		109	2			111
<i>Elleanthus</i>		16				16
<i>Encyclia</i>	8	92				100
<i>Epidendrum</i>	1	311			1	313
<i>Epiphyllum</i>		3				3
<i>Epithelantha</i>		6	3			9
<i>Erycina</i>	1	8				9
<i>Erythrades</i>		2				2
<i>Escobaria</i>		3				3
<i>Escontria</i>		40				40
<i>Euchile</i>		2				2
<i>Euphorbia</i>		552				552
<i>Eysenhardtia</i>		9				9
<i>Ferocactus</i>		142				142
<i>Ficus</i>	25					25
<i>Fouquieria</i>		26				26
<i>Furcraea</i>		10				10
<i>Galeandra</i>		3				3
<i>Geohintonia</i>		1				1
<i>Glandulicactus</i>		2				2
<i>Gongora</i>		64				64
<i>Goodyera</i>		1				1
<i>Gossypium</i>		127				127
<i>Govenia</i>		33				33
<i>Guarianthe</i>	1	23			2	26
<i>Habenaria</i>		36				36
<i>Hagsatera</i>		1				1
<i>Harrisia</i>		1				1
<i>Haworthia</i>		1				1
<i>Hechtia</i>		31				31
<i>Heliocereus</i>		3				3
<i>Hesperaloe</i>	1	1				2
<i>Hintonella</i>		3				3
<i>Homalopetalum</i>		3				3
<i>Hylocereus</i>		198				198
<i>Hymenocallis</i>	29	30				59
<i>Ionopsis</i>		2				2
<i>Ipomoea</i>		212				212
<i>Isochilus</i>		41				41
<i>Isolatocereus</i>		3				3
<i>Jacquinella</i>		33				33
<i>Jaltomata</i>	2					2
<i>Jatropha</i>		6				6
<i>Kefersteinia</i>		1				1

Género	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Kraenzlinella</i>		1				1
<i>Lacaena</i>		1				1
<i>Laelia</i>	11	214				225
<i>Lantana</i>		1				1
<i>Lemaireocereus</i>		1				1
<i>Leochilus</i>		23				23
<i>Lepanthes</i>		19				19
<i>Leucaena</i>		4				4
<i>Leuchtenbergia</i>		1				1
<i>Liparis</i>		9				9
<i>Lockhartia</i>		3				3
<i>Lophiaris</i>	2	1				3
<i>Lophocereus</i>		12				12
<i>Lophophora</i>		5				5
<i>Lycaste</i>		80				80
<i>Macroclinium</i>		1				1
<i>Malaxis</i>		55				55
<i>Mammillaria</i>		292	6			298
<i>Mammilloidia</i>		2	4			6
<i>Manfreda</i>		2				2
<i>Manihot</i>		63			83	146
<i>Marginatocereus</i>		6				6
<i>Marshallocereus</i>		4				4
<i>Masdevallia</i>		8				8
<i>Maxillaria</i>		146			2	148
<i>Meiracyllium</i>		5				5
<i>Mesadenus</i>		1				1
<i>Microepidendrum</i>		1				1
<i>Mormodes</i>	1	13				14
<i>Mormolyca</i>		5				5
<i>Myrmecophila</i>	2	22				24
<i>Myrtillocactus</i>		38				38
<i>Nageliella</i>		1				1
<i>Nectandra</i>		5				5
<i>Nemaconia</i>		6				6
<i>Neobuxbaumia</i>		30				30
<i>Neolloydia</i>		1				1
<i>Nidema</i>		34				34
<i>Nolina</i>		1				1
<i>Nopalea</i>		11				11
<i>Notylia</i>		21				21
<i>Obregonia</i>		1				1
<i>Oeceoclades</i>		2			1	3
<i>Oestlundia</i>		9				9
<i>Oncidium</i>	4	148			2	154
<i>Opuntia</i>		479	549			1,028
<i>Ornithocephalus</i>		10				10
<i>Ortegocactus</i>		1				1
<i>Pachycereus</i>		50				50
<i>Paphiopedilum</i>		1				1
<i>Pelecypora</i>		1	2			3
<i>Pelexia</i>		1			1	2
<i>Peniocereus</i>		24				24
<i>Pereskia</i>		1				1

Género	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Peresklopsis</i>		16				16
<i>Persea</i>	160	539				699
<i>Physalis</i>	1					1
<i>Pilosocereus</i>		26				26
<i>Pinus</i>		3				3
<i>Pittocaulon</i>		23				23
<i>Platanthera</i>		1				1
<i>Platystele</i>		8				8
<i>Pleurothallis</i>		42				42
<i>Plumeria</i>		3				3
<i>Polaskia</i>		15				15
<i>Polianthes</i>	8					8
<i>Polystachya</i>		15				15
<i>Ponera</i>		2				2
<i>Ponthieva</i>		9				9
<i>Pouteria</i>					67	67
<i>Prescottia</i>		3				3
<i>Prosopis</i>		1				1
<i>Prosthechea</i>	3	226			2	231
<i>Prunus</i>	18					18
<i>Pseudalcantarea</i>		3				3
<i>Pseudomitrocereus</i>		2				2
<i>Psidium</i>		15	133			148
<i>Punica</i>	17					17
<i>Quercus</i>		1				1
<i>Restrepia</i>		2				2
<i>Restrepella</i>		9			1	10
<i>Rhyncholaelia</i>		24				24
<i>Rhynchostele</i>	6	140				146
<i>Sacoila</i>		1				1
<i>Salvia</i>		1				1
<i>Sarcoglottis</i>		17				17
<i>Scaphosepalum</i>		1				1
<i>Scaphyglottis</i>		20				20
<i>Scelochilus</i>		1				1
<i>Schiedeella</i>		14				14
<i>Sechium</i>		150				150
<i>Sedum</i>		21				21
<i>Selaginella</i>		2				2
<i>Selenicereus</i>		24				24
<i>Simmondsia</i>		1		106		107
<i>Sobralia</i>		51				51
<i>Solanum</i>	4					4
<i>Specklinia</i>		6				6
<i>Spondias</i>					56	56
<i>Sprekelia</i>	15	2				17
<i>Stanhopea</i>		145			1	146
<i>Stelis</i>		54				54
<i>Stenocactus</i>		32				32
<i>Stenocereus</i>		274				274
<i>Strombocactus</i>		2				2
<i>Tamayorkis</i>		2				2
<i>Tecoma</i>		1				1
<i>Thelocactus</i>		18	1			19

Género	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	Total general
<i>Theobroma</i>					75	75
<i>Thevetia</i>		1				1
<i>Tigridia</i>		101				101
<i>Tillandsia</i>		683				683
<i>Trichocentrum</i>	1	67			1	69
<i>Trichopilia</i>		4				4
<i>Trichosalpinx</i>		15				15
<i>Trigonidium</i>		3				3
<i>Triphora</i>		3				3
<i>Turbinicarpus</i>		33	1			34
<i>Vaccinium</i>		5				5
<i>Vanilla</i>		203				203
<i>Viridantha</i>		100				100
<i>Vitis</i>	45	153				198
<i>Vriesea</i>		1				1
<i>Werauhia</i>		1				1
<i>Xanthosoma</i>		2				2
<i>Xylobium</i>		5				5
<i>Yucca</i>		44				44
<i>Zephyranthes</i>	6					6
No disponible		3	1			3
Total general	787	9,734	871	106	418	11,916

Anexo 4. Listado de Jardines botánicos participantes agremiados de la AMJB.

Jardín Botánico	Estado de México
Jardín Botánico Culiacán	Sinaloa
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Estado de México
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Oaxaca
EcoJardín (Centro de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM)	Michoacán
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Puebla
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Estado de México
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Ciudad de México
Jardín de Plantas Medicinales de la Escuela de Homeopatía (Instituto Politécnico Nacional)	Ciudad de México
EcoParque (El Colegio de la Frontera Norte)	Baja California
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Sinaloa
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Guanajuato
Jardín Botánico "Ollintpetl" (Parque Cubitos del Estado de Hidalgo)	Hidalgo
Jardín Botánico CICEANA (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica)	Ciudad de México
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Querétaro
Jardín Botánico de la Fundación "Xochitla"	Estado de México
Jardín Botánico del CEPE-Taxco (Universidad Nacional Autónoma de México)	Guerrero
Jardín Botánico del Instituto de Silvicultura y Madera (Universidad Juárez de Durango)	Durango
Jardín Botánico Louise Wardle de Camacho (AFRICAM)	Puebla
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Querétaro
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANH Chiapas)	Chiapas
Jardín Botánico de Acapulco	Guerrero
Vallarta Botanical Gardens	Jalisco

Jardín Botánico	Estado de México
Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."	Puebla
Arboretum Universidad Autónoma de Campeche	Campeche
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Quintana Roo
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Veracruz
Orquidario Morelia	Michoacán
Jardín Botánico "San Quintín"	Baja California
Jardín Botánico de la Universidad Autónoma de Baja California	Baja California
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Campeche
Jardín Botánico Haraveri	Jalisco
Arboretum de Especies de Montaña (ECOSUR)	Chiapas
Jardín Botánico Regional "Cassiano Conzatti" (CIIDIR IPN, Campus Oaxaca)	Oaxaca
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Ciudad de México
Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides" (UAAAN)	Coahuila

Anexo 5. Jardines botánicos, los géneros y especies conservados.

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Arboretum de Especies de Montaña (ECOSUR)	Nogal	<i>Juglans</i>	<i>Sin dato</i>
Arboretum de Especies de Montaña (ECOSUR)	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Arboretum de Especies de Montaña (ECOSUR)	Ciruela	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
Arboretum Universidad Autónoma de Campeche	Jatropha	<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>
Arboretum Universidad Autónoma de Campeche	Nanche, nance	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Arboretum Universidad Autónoma de Campeche	Chicozapote	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>
EcoJardín (Centro de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>atrovirens</i>
EcoJardín (Centro de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
EcoJardín (Centro de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
EcoJardín (Centro de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM)	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
EcoJardín (Centro de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM)	Ciruela	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
EcoParque - Colegio de la Frontera Norte	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
EcoParque - Colegio de la Frontera Norte	Jojoba	<i>Simmondsia</i>	<i>chinensis</i>
EcoParque - Colegio de la Frontera Norte	Papaya	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>
EcoParque - Colegio de la Frontera Norte	Uva	<i>Vitis</i>	<i>vinifera</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Algodón	<i>Gossypium</i>	<i>hirsutum</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Vainilla	<i>Vainilla</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Maíz, tlaolli	<i>Zea</i>	<i>mays</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Jojoba	<i>Simmondsia</i>	<i>chinensis</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Ciruela, jobo	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Papaya	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Nogal	<i>Juglans</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Cacao	<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Chicozapote	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Chile	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Frijol	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Tempisque	<i>Sideroxylon</i>	<i>capiri</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Aguama	<i>Bromelia</i>	<i>pinguin</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Bisnaga	<i>Ferocactus</i>	<i>herreriae</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Pitayo	<i>Stenocereus</i>	<i>thurberi</i>
Jardín Botánico "Benjamin Francis Johnston"	Papachi	<i>Randia</i>	<i>echinocarpa</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Jatropha	<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Algodón	<i>Gossypium</i>	<i>hirsutum</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Vainilla	<i>Vainilla</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Nanche, nance	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Chicozapote	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>
Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín" (El Colegio de la Frontera Sur)	Quelite cenizo	<i>Chenopodium</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Jatropha	<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Vainilla	<i>Vainilla</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Ciruela, jobo	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Nogal	<i>Juglans</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Nanche, nance	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Cacao	<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Chile	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>
Jardín Botánico "Dr. Faustino Miranda" (SEMANTH Chiapas)	Frijol	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Cardón	<i>Cylindropuntia</i>	<i>imbricata</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Biznaga dulce	<i>Echinocactus</i>	<i>platyacanthus</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Biznaga barril de acitrón	<i>Ferocactus</i>	<i>histris</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Borrachita	<i>Ferocactus</i>	<i>latispinus</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Garambullo	<i>Myrtillocactus</i>	<i>geometrizans</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Nopal chamacuero	<i>Opuntia</i>	<i>dejecta</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Nopal xoconostle	<i>Opuntia</i>	<i>elizondoana</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Nopal cuijo	<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Nopal pelón	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Xoconostle	<i>Opuntia</i>	<i>joconostle</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Duraznillo blanco	<i>Opuntia</i>	<i>leucotricha</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Nopal hartón	<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Mezquite	<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>
Jardín Botánico "El Charco del Ingenio"	Pitayo	<i>Stenocereus</i>	<i>queretaroensis</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Jatropha	<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Algodón	<i>Gossypium</i>	<i>hirsutum</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Vainilla	<i>Vainilla</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Ciruela, jobo	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Nogal	<i>Juglans</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Botánico "Francisco Xavier Clavijero" (Instituto de Ecología)	Quelite cenizo	<i>Chenopodium</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Ollintepetl" (Parque Cubitos del Estado de Hidalgo)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico "Ollintepetl" (Parque Cubitos del Estado de Hidalgo)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico "Ollintepetl" (Parque Cubitos del Estado de Hidalgo)	Biznaga burra	<i>Echinocactus</i>	<i>platyacanthus</i>
Jardín Botánico "Ollintepetl" (Parque Cubitos del Estado de Hidalgo)	Viejito	<i>Cephalocereus</i>	<i>senilis</i>
Jardín Botánico "Ollintepetl" (Parque Cubitos del Estado de Hidalgo)	Biznaga dorada	<i>Echinocactus</i>	<i>grusonii</i>
Jardín Botánico "San Quintín"	Jojoba	<i>Simmondsia</i>	<i>chinensis</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Ciruella	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Quelite cenizo	<i>Chenopodium</i>	<i>Sin dato</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Flor de manita	<i>Chiranthodendron</i>	<i>pentadactylon</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Palo dulce	<i>Eysenhardtia</i>	<i>polystachya</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Pirul	<i>Schinus</i>	<i>malle</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Tepozán	<i>Buddleia</i>	<i>cordata</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Palo loco	<i>Pittocaulon</i>	<i>praecox</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Muicle	<i>Justicia</i>	<i>spicigera</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Nochebuena	<i>Euphorbia</i>	<i>pulcherrima</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Romero	<i>Rosmarinus</i>	<i>officinalis</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Lavanda	<i>Lavandula</i>	<i>dentata</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Toronjil blanco y morado	<i>Agastache</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Pasiflora	<i>Passiflora</i>	<i>caerulea</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Cola de caballo	<i>Equisetum</i>	<i>hyemale</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Sangre de drago	<i>Croton</i>	<i>draco</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Durazno	<i>Prunus</i>	<i>persica</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Jazmín	<i>Jasminum</i>	<i>officinale</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Árnica	<i>Heterotheca</i>	<i>inuloides</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Ajenjo	<i>Artemisia</i>	<i>absinthium</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Albahaca	<i>Ocimum</i>	<i>basilicum</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Borraja	<i>Borago</i>	<i>officinalis</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Capulín	<i>Prunus</i>	<i>capuli</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Cedrón	<i>Aloysia</i>	<i>triphyllo</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Cilantro	<i>Coriandrum</i>	<i>sativum</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Cinco negritos	<i>Lantana</i>	<i>camara</i>

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Citroneña	<i>Pelargonium</i>	<i>graveolens</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Cola de caballo	<i>Equisetum</i>	<i>hyemale</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Epazote	<i>Chenopodium</i>	<i>ambrosioides</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Estafiate	<i>Artemisia</i>	<i>ludoviciana</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Helecho	<i>Nephrolepis</i>	<i>cordifolia</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Hierbabuena	<i>Mentha</i>	<i>spicata</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Hinojo	<i>Foeniculum</i>	<i>vulgare</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Manzanilla	<i>Matricaria</i>	<i>recutita</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Maravilla	<i>Mirabilis</i>	<i>jalapa</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Marrubio	<i>Marrubium</i>	<i>vulgare</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Mastuerzo	<i>Tropaeolum</i>	<i>majus</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Menta	<i>Mentha</i>	<i>piperita</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Menta poleo	<i>Mentha</i>	<i>pulegium</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Orégano	<i>Origanum</i>	<i>vulgare</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Perejil	<i>Petroselinum</i>	<i>crispum</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Santa María	<i>Tanacetum</i>	<i>parthenium</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Siempreviva	<i>Sedum</i>	<i>praealtum</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Té limón	<i>Cymbopogon</i>	<i>citratum</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Tomillo	<i>Thymus</i>	<i>vulgaris</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Rosa	<i>Rosa</i>	sp.
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Sábila	<i>Aloe</i>	<i>vera</i>
Jardín Botánico "Xochitlalyocan" (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)	Salvia lila	<i>Salvia</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico CICEANA (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico CICEANA (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica)	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico CICEANA (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica)	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico CICEANA (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico Culiacán	Amaranto	<i>Amaranthus</i>	Sin dato
Jardín Botánico Culiacán	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico Culiacán	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico Culiacán	Jatropha	<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>
Jardín Botánico Culiacán	Vainilla	<i>Vanilla</i>	Sin dato
Jardín Botánico Culiacán	Ciruela, jobo	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>
Jardín Botánico Culiacán	Guanábana, chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Jardín Botánico Culiacán	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico Culiacán	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	Sin dato

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Botánico Culiacán	Papaya	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>
Jardín Botánico Culiacán	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico Culiacán	Nanche, nance	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Jardín Botánico Culiacán	Cacao	<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>
Jardín Botánico Culiacán	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico Culiacán	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico Culiacán	Chicozapote	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>
Jardín Botánico Culiacán	Chile	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>
Jardín Botánico Culiacán	Uva	<i>Vitis</i>	<i>vinifera</i>
Jardín Botánico Culiacán	Papache	<i>Randia</i>	<i>echinocarpa</i>
Jardín Botánico Culiacán	Pitayo	<i>Stenocereus</i>	<i>thurberi</i>
Jardín Botánico Culiacán	Pitayo	<i>Stenocereus</i>	<i>martinezii</i>
Jardín Botánico Culiacán	Pitayo	<i>Stenocereus</i>	<i>montanus</i>
Jardín Botánico Culiacán	Pitayo	<i>Stenocereus</i>	<i>queretaroensis</i>
Jardín Botánico Culiacán	Pitayo	<i>Stenocereus</i>	<i>stellatus</i>
Jardín Botánico Culiacán	Cacaragua	<i>Vallesia</i>	<i>glabra</i>
Jardín Botánico Culiacán	Mezquite	<i>Prosopis</i>	<i>juliflora</i>
Jardín Botánico Culiacán	Vainilla	<i>Vanilla</i>	<i>planifolia</i>
Jardín Botánico Culiacán	Vainillo	<i>Inga</i>	<i>vera</i>
Jardín Botánico Culiacán	Guamuchil	<i>Pithecolobium</i>	<i>dulce</i>
Jardín Botánico Culiacán	Bonete	<i>Jacaratia</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico Culiacán	Cuajilote	<i>Parmentiera</i>	<i>aculeata</i>
Jardín Botánico Culiacán	Oregano mexicano	<i>Lippia</i>	<i>graveolens</i>
Jardín Botánico Culiacán	Uvalamo	<i>Vitex</i>	<i>mallis</i>
Jardín Botánico Culiacán	Yuca	<i>Manihot</i>	<i>esculenta</i>
Jardín Botánico Culiacán	Aguama	<i>Bromelia</i>	<i>pinguin</i>
Jardín Botánico Culiacán	Aguama	<i>Bromelia</i>	<i>karatas</i>
Jardín Botánico Culiacán	Camote	<i>Ipomoea</i>	<i>batatas</i>
Jardín Botánico de Acapulco	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico de Acapulco	Vainilla	<i>Vanilla</i>	Sin dato
Jardín Botánico de Acapulco	Guanábana, chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Jardín Botánico de Acapulco	Papaya	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>
Jardín Botánico de Acapulco	Nanche, nance	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Jardín Botánico de Acapulco	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>atrovirens</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Jatropha	<i>Jatropha</i>	<i>curcas</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Algodón	<i>Gossypium</i>	<i>hirsutum</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Nanche, nance	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Ciruella	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Chicozapote	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Uva	<i>Vitis</i>	<i>vinifera</i>
Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Camote	<i>Ipomoea</i>	<i>batatas</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Tepame	<i>Acacia</i>	<i>pennatula</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Huizache	<i>Acacia</i>	<i>scaffneri</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Magüey	<i>Agave</i>	<i>filifera</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Lechuguilla mansa	<i>Agave</i>	<i>rhodacantha</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Magüey	<i>Agave</i>	sp.
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Palo blanco	<i>Albizia</i>	<i>occidentalis</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Amaranto	<i>Amaranthus</i>	<i>hybridus</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Pingüica	<i>Arctostaphylos</i>	<i>pungens</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Cactus estrella	<i>Astrophytum</i>	<i>ornatum</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Pata de elefante	<i>Beaucarnea</i>	<i>pliables</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Pata de elefante	<i>Beaucarnea</i>	<i>recurvata</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Pochote	<i>Ceiba</i>	<i>aesculifolia</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Chilacayote	<i>Cucurbita</i>	<i>ficifolia</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Calabaza	<i>Cucurbita</i>	<i>pepo</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Zanahoria	<i>Daucus</i>	<i>carota</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Asiento de suegra	<i>Echinocactus</i>	<i>grusonii</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Biznaga burra	<i>Echinocactus</i>	<i>platyacanthus</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Estrella de fuego	<i>Epidendrum</i>	<i>radicans</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Patol	<i>Erythrina</i>	<i>coralloides</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Huamicha	<i>Ferocactus</i>	<i>histris</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Huamicha	<i>Ferocactus</i>	<i>latispinus</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Biznaga colorada	<i>Ferocactus</i>	<i>pilosus</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Pitahaya	<i>Hylocereus</i>	<i>undatus</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Cazahuate	<i>Ipomoea</i>	<i>murucoides</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Guaje	<i>Leucaena</i>	<i>leucocephala</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Chilitos	<i>Mammillaria</i>	<i>compressa</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Biznaga vieja	<i>Mammillaria</i>	<i>hahniana</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Biznaga china	<i>Mammillaria</i>	<i>heyderi</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Chilitos	<i>Mammillaria</i>	<i>magnimamma</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Cactus nido	<i>Mammillaria</i>	<i>prolifera</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Biznaga ganchuda	<i>Mammillaria</i>	<i>uncinata</i>

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Tetecho	<i>Neobuxbaumia</i>	<i>polylopha</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Perejil	<i>Petroselinum</i>	<i>crispum</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Frijol	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Pitayo viejito	<i>Pilosocereus</i>	<i>leucocephalus</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	San Nicolas	<i>Piqueria</i>	<i>trinervia</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Guamuchil	<i>Pithecollobium</i>	<i>dulce</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Mezquite	<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Cafecillo	<i>Senna</i>	<i>septemtrionalis</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Yuca	<i>Yucca</i>	<i>filifera</i>
Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad Autónoma de Querétaro)	Maíz	<i>Zea</i>	<i>maiz</i>
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>atrovirens</i>
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Guanábana, chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Nogal	<i>Juglans</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico de la FES Cuautitlán (Universidad Nacional Autónoma de México)	Ciruela	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Amaranto	<i>Amaranthus</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>atrovirens</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Vainilla	<i>Vanilla</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maíz, tlaolli	<i>Zea</i>	<i>mays</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Guanábana, chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Papaya	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Nogal	<i>Juglans</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Ciruella	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Uva	<i>Vitis</i>	<i>vinifera</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Jitomate, tomate rojo	<i>Solanum</i>	<i>lycopersicum</i>
Jardín Botánico de la FES Iztacala (Universidad Nacional Autónoma de México)	Quelite cenizo	<i>Chenopodium</i>	Sin dato
Jardín Botánico de la Fundación "Xochitla"	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico de la Fundación "Xochitla"	Ciruella	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
Jardín Botánico de la Universidad Autónoma de Baja California	Jojoba	<i>Simmondsia</i>	<i>chinensis</i>
Jardín Botánico del CEPE-Taxco (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico del CEPE-Taxco (Universidad Nacional Autónoma de México)	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico del CEPE-Taxco (Universidad Nacional Autónoma de México)	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico del CEPE-Taxco (Universidad Nacional Autónoma de México)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>atrovirens</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Algodón	<i>Gossypium</i>	<i>hirsutum</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Vainilla	<i>Vanilla</i>	Sin dato
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Maíz, tlaolli	<i>Zea</i>	<i>mays</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Jojoba	<i>Simmondsia</i>	<i>chinensis</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Guanábana, chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Ciruella	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
Jardín Botánico del Instituto de Biología (Universidad Nacional Autónoma de México)	Chile	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>
Jardín Botánico del Instituto de Silvicultura y Madera (Universidad Juárez de Durango)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico del Instituto de Silvicultura y Madera (Universidad Juárez de Durango)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico Haraveri	Guanábana, chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Jardín Botánico Haraveri	Quelite cenizo	<i>Chenopodium</i>	Sin dato
Jardín Botánico Louise Wardle de Camacho (African Safari)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico Louise Wardle de Camacho (African Safari)	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	Sin dato

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Botánico Regional "Cassiano Conzatti" (CIIDIR IPN, Campus Oaxaca)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico Regional "Cassiano Conzatti" (CIIDIR IPN, Campus Oaxaca)	Chayote	<i>Sechium</i>	<i>edule</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Algodón	<i>Gossypium</i>	<i>hirsutum</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>crassispina</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Maguey xamimí	<i>Agave</i>	<i>ferox</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	<i>undatus</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	<i>spinulosus</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Candelilla	<i>Euphorbia</i>	<i>antispyllitica</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Oregano	<i>Lippia</i>	<i>graveolens</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Sotol	<i>Dasylyrion</i>	<i>cedrosanum</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Biznaga colorada	<i>Ferocactus</i>	<i>pilosus</i>
Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"	Palma	<i>Yucca</i>	<i>carnerosana</i>
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Cirueta, jobo	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Guanábana, chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	Sin dato
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Papaya	<i>Carica</i>	<i>papaya</i>
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Nanche, nance	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Botánico Regional del Carmen (Universidad Autónoma del Carmen)	Chicozapote	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>
Jardín de Plantas Medicinales de la Escuela de Homeopatía (Instituto Politécnico Nacional)	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>atrovirens</i>
Jardín de Plantas Medicinales de la Escuela de Homeopatía (Instituto Politécnico Nacional)	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín de Plantas Medicinales de la Escuela de Homeopatía (Instituto Politécnico Nacional)	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."	Girasol	<i>Helianthus</i>	<i>annuus</i>
Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."	Nogal	<i>Juglans</i>	Sin dato
Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."	Chile	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>
Jardín Etnobotánico "Francisco Peláez R."	Quelite cenizo	<i>Chenopodium</i>	Sin dato
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Amaranto	<i>Amaranthus</i>	Sin dato
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>atrovirens</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Maguey pulquero	<i>Agave</i>	<i>salmiana</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Algodón	<i>Gossypium</i>	<i>hirsutum</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Vainilla	<i>Vanilla</i>	Sin dato
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Maíz	<i>Zea</i>	<i>mays</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Cirueta, jobo	<i>Spondias</i>	<i>mombin</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Guanábana, chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	Sin dato
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Nopal	<i>Opuntia</i>	<i>ficus-indica</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	Sin dato
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Nogal	<i>Juglans</i>	Sin dato
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Aguacate	<i>Persea</i>	<i>americana</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Nanche, nance	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Cacao	<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>guajava</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Tejocote	<i>Crataegus</i>	<i>mexicana</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Cirueta	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Chicozapote	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Chile	<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>

Jardín Botánico	Nombre común del cultivo	Género	Especie
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Tomate de cáscara	<i>Physalis</i>	<i>philadelphica</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Camote	<i>Ipomoea</i>	<i>batatas</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Calabacita	<i>Cucurbita</i>	<i>pepo</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Chayote	<i>Sechium</i>	<i>edule</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Jitomate, tomate rojo	<i>Solanum</i>	<i>lycopersicum</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Calabacita	<i>Cucurbita</i>	<i>argyrosperma</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Jícama	<i>Pachyrhizus</i>	<i>erosus</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Ayocote	<i>Phaseolus</i>	<i>coccineus</i>
Jardín Etnobotánico de Oaxaca	Frijol	<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>
Orquidario Morelia	Vainilla	<i>Vanilla</i>	Sin dato
Vallarta Botanical Gardens	Maguey tequilero	<i>Agave</i>	<i>tequilana</i>
Vallarta Botanical Gardens	Vainilla	<i>Vanilla</i>	Sin dato
Vallarta Botanical Gardens	Chirimoya	<i>Annona</i>	Sin dato
Vallarta Botanical Gardens	Pitaya	<i>Hylocereus</i>	Sin dato
Vallarta Botanical Gardens	Pitaya	<i>Selenicereus</i>	Sin dato
Vallarta Botanical Gardens	Nanche	<i>Byrsonima</i>	<i>crassifolia</i>
Vallarta Botanical Gardens	Cacao	<i>Theobroma</i>	<i>cacao</i>
Vallarta Botanical Gardens	Chico zapote	<i>Manilkara</i>	<i>zapota</i>
Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides"	Candelilla	<i>Euphorbia</i>	<i>antispyllitica</i>
Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides"	Orégano	<i>Lippia</i>	<i>graveolens</i>
Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides"	Sotol	<i>Dasyllirion</i>	<i>cedrosanum</i>
Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides"	Biznaga colorada	<i>Ferocactus</i>	<i>pilosus</i>
Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides"	Palma	<i>Yucca</i>	<i>carnerosana</i>

Anexo 6. Especies registradas en la Farmacia Viviente del Instituto Tzapin de Plantas Medicinales de la UACH.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Usos medicinales
<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae	Mil en Rama	Várices, problemas de la piel
<i>Agastache mexicana</i>	Labiatae	Toronjil rojo	Alteraciones cardiovasculares
<i>Agave</i> spp.	Asparagaceae	Maguey	Depurativo de la sangre, heridas
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm. F.	Xanthorrhoeaceae	Sábila	Cicatrizante
<i>Aloysia triphylla</i>	Verbenaceae	Cedrón	Dolor de estómago, parásitos
<i>Anoda cristata</i> (L.)	Malvaceae	Alache	Tos, padecimientos del aparato digestivo
<i>Apium graveolens</i> L.	Umbelliferae	Apio	Dolor de estómago, riñones, mejora la digestión
<i>Argemone mexicana</i> L.	Papaveracea.	Chicalote	Afecciones de ojos, dolor de pulmones, diabetes
<i>Artemisa absinthium</i> L.	Compositae	Ajenjo	Amibas, tónico digestivo y hepático
<i>Artemisa ludoviciana</i> ssp. <i>mexicana</i>	Compositae	Estafiate	Parásitos intestinales, reumas
<i>Avena sativa</i> L.	Gramineae	Avena	Afecciones de la mucosa estomacal, tuberculosis
<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Borraja	Fiebre en general, bronquitis
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.)	Rubiaceae	Trompetilla	Contra la mordedura de víbora
<i>Bougainvillea glabra</i>	Nyctaginaceae	Bugambilia	Asma, disentería
<i>Brugmansia candida</i> Pers.	Solanaceae	Floripondio	Quitar el dolor en general, paperas
<i>Buddleia cordata</i> H.B.K.	Loganiaceae	Tepozán	Hemorragia nasal, calambres
<i>Buddleia perfoliata</i>	Loganiaceae	Salvia de bolita	Bilis, sudoración excesiva del cuerpo
<i>Calendula officinalis</i> L.	Compositae	Mercadela	Amigdalitis, colesterol
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	Cruciferae	Bolsa del pastor	Hemorragias, tónico orgánico
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Papaya	Inflamación de estómago, artritis
<i>Casimiroa edulis</i> Llave & Lex.	Rutaceae	Zapote blanco	Insomnio, bajar presión arterial
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	Epazote de comer	Úlceras, cálculos en la vejiga
<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.	Chenopodiaceae	Epazote de zorrillo	Enfermedades respiratorias, disentería
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larr	Sterculiaceae	Flor de manita	Calmar los nervios, dolor de cabeza
<i>Chrysanthemum parthenium</i> (L.)	Compositae	Matlali (Santamaria)	Migraña, derrame bilioso

Nombre científico	Familia	Nombre común	Usos medicinales
<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae	Naranja	Confortativo cardiaco, aperitivo
<i>Cocus nucifera</i> L.	Palmae	Coco	Regular los niveles de azúcar en la sangre
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Compositae	Mirasol	Tos
<i>Crataegus pubescens</i>	Rosaceae	Tejocote	Adelgazar, dolor de pulmones
<i>Cydonia oblonga</i> Miller	Rosaceae	Membrillo	Empacho, debilidad en extremidades
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC)	Gramineae	Zacate limón	Digestión difícil, retención de orina
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	Compositae	Dalia	Fuegos en la boca, cólicos
<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	Toloache	Hemorroides, golpes contusos
<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	Rosaceae	Níspero	Diabetes, amigdalitis
<i>Erodium cicutarium</i> (L.)	Geraniaceae	Alfilerillo	Curar heridas, postemillas y llagas en la boca
<i>Erygium heterophyllum</i> Engel	Umbelliferae	Hierba del sapo	Cálculos biliares, regular el colesterol
<i>Erythrina americana</i> L.	Leguminosae	Colorín Macho	Místico y decorativo
<i>Eucalyptus cinerea</i>	Mirtaceae	Eucalipto	Trastornos respiratorios, dolor de garganta
<i>Euphorbia postrata</i> Aiton	Euphorbiaceae	Hierba de la golondrina	Ojos llorosos, salpullido
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd.	Euphorbiaceae	Nochebuena	Hemorragias vaginales, inflamación de la matriz
<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	Higo	Enfermedades del bazo, laxante suave
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill	Umbelliferae	Hinojo	Fiebre, ventosidad, dolor de vejiga y riñones
<i>Fraxinus uhdei</i>	Oleaceae	Fresno	Facilitar la digestión, anemia
<i>Geranium seemannii</i> Perys	Geraniaceae	Pata de León	Cólicos por coraje, dolor de muelas
<i>Ginkgo biloba</i> L.	Ginkgoaceae	Ginkobiloba	Varices, flebitis
<i>Gnaphalium</i> sp.	Compositae	Gordolobo	Irritación de garganta, favorece la circulación
<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Compositae	Árnica	Úlcera gástrica, deficiencia visual
<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	Nogal	Anemia, caída de cabello, purificador de sangre
<i>Justicia spicigera</i> Schl.	Acanthaceae	Muitle	Tonificador sanguíneo, estreñimiento, mareos
<i>Leonotis nepetaefolia</i> (L.)	Labiatae	Capitaneja	Afecciones de los ovarios, reumas
<i>Lepechinia caulescens</i>	Labiatae	Betónica	Hemorragias uterinas, promover la fertilidad
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Cruciferae	Lentejilla	Catarro, parálisis, empacho
<i>Linum usitatissimum</i> L.	Linaceae	Linaza	Estreñimiento, bronquitis
<i>Lopezia racemosa</i> Cav	Onagraceae	Perlilla	Sarampión, cáncer de estomago
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Magnoliaceae	Magnolia	Epilepsia, neurosis
<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae	Malva	Desinflamante general, hidropesía
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Mango	Infección del aparato respiratorio y digestivo
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Labiatae	Manrubio	Bilis, parásitos
<i>Matricaria recutita</i> L.	Compositae	Manzanilla	Inflamaciones por golpes, esterilidad femenina
<i>Medicago sativa</i> L.	Leguminosae	Alfalfa	Galactógena, promover la asimilación de calcio
<i>Mentha spicata</i> L.	Labiatae	Hierbabuena	Dentadura floja, parásitos intestinales
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	Maravilla	Antiséptico, aflojar y limpiar articulaciones
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Compositae	Cihuapahtli, Zoapatle	Facilitar el parto, anticonceptivo
<i>Musa sapientum</i> L.	Musaceae	Flor de plátano	Nervios, dolor de cabeza
<i>Nicotiana glauca</i> Graham.	Solanaceae	Tabaquillo	Caries, piojos, quemaduras
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Labiatae	Albahaca	Mareos, gastritis, antiinflamatorio
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae	Olivo	Problemas hepáticos, vesícula biliar
<i>Opuntia durangensis</i> Britton & Rose	Cactaceae	Xoconoxtle	Tos, diabetes, estreñimiento
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.)	Cactaceae	Nopal	Diabetes, diarrea, gastritis
<i>Origanum majorana</i> L.	Labiatae	Mejorana	Promover la menstruación, infecciones
<i>Origanum vulgare</i> L.	Labiatae	Orégano	Mejorar la digestión, afección en los dientes
<i>Passiflora incarnata</i> L.	Passifloraceae	Pasiflora	Nervios, insomnio, estrés
<i>Persea americana</i>	Lauracea	Aguacate	Tónico digestivo, problemas de la piel, diarrea
<i>Phytolacca icosandra</i> L.	Phytolacaceae	Fitolaca	Padecimientos del cuero cabelludo
<i>Pinus oocarpa</i> Shiede ex Schl.	Pinaceae	Ocote	Tos, bronquitis, ronquera
<i>Piper auritum</i>	Piperaceae	Hoja santa	Reumatismo, afecciones renales
<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	Llantén	Inflamación de garganta y estómago, lavar llagas
<i>Prunus persica</i>	Rosaceae	Durazno	Tullimiento de extremidades, tiña, catarro crónico
<i>Prunus serotonina</i> spp. <i>Capulí</i> (Cav.)	Rosaceae	Capulín	Lavar los ojos, facilitar la digestión

Nombre científico	Familia	Nombre común	Usos medicinales
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Guayaba	Diarrea disenteria, caída de cabello
<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae	Granada	Diarrea, Tenia (Solitaria), inflamación vías urinarias
<i>Raphanus sativus</i> L. var <i>nigrum</i>	Cruciferae	Rábano negro	Bocio, Problemas de apéndice
<i>Rhodosciadium tuberosum</i>	Umbelliferae	Raíz de fuerza	Dolores reumáticos, malos efectos del alcohol
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Higuerilla	Fiebre, empacho
<i>Rosa centifolia</i> L.	Rosaceae	Rosa de Castilla	Erupciones de la piel, opresión del corazón
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Labiatae	Romero	Problemas dermatológicos, cicatrizar heridas
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Rutaceae	Ruda	Dolor de oídos, estimulante del apetito, hidropesía
<i>Salix bomplandiana</i> Kunth.	Salicaceae	Sauce	Nervios alterados, herpes, sarna
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	Pirúl	Enfermedades genitourinarias
<i>Sedum praecaltum</i>	Crassulaceae	Siempre viva	Postemillas, amacizar y blanquear dientes
<i>Senna multiglandulosa</i>	Leguminosae	Retama china	Reumatismo, amibas
<i>Solanum douglasii</i> Dunal	Solanaceae	Hierba mora	Erupciones de la piel, tonificar sistema nervioso
<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	Berenjena cimarrona	Anticonvulsivo, antipodágrica
<i>Tagetes erecta</i> L.	Compositae	Cempoalxochitl	Ventosidad infantil, afecciones oculares
<i>Tagetes filifolia</i> Lag.	Compositae	Anisillo	Dolor de estómago, cólico infantil
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Compositae	Pericón	Cólico estomacal, cálculos renales, paludismo
<i>Tamarindus indica</i> L.	Leguminosae	Tamarindo	Estreñimiento, fiebre, sarampión
<i>Taraxacum officinale</i>	Compositae	Diente de león	Afecciones del hígado, depurativo de la sangre
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Labiatae	Tomillo	Asma, enfisema pulmonar
<i>Trifolium amabile</i>	Leguminosae	Eufracia	Activar la secreción de leche materna
<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	Ortiga	Reumas, problemas hepáticos
<i>Valeriana edulis</i> spp. <i>Procera</i>	Valerianaceae	Valeriana	Nervios, insomnio, dolor de pecho
<i>Verbena carolina</i> L.	Verbenaceae	Verbena	Afecciones renales, vomito, caspa
<i>Vicia faba</i> L.	Leguminosae	Haba	Desinflamante renal, ronchas, granos
<i>Zea mays</i> L.	Gramineae	Pelos de elote	Nefritis, arenillas uretrales, cistitis



CAPÍTULO 4

UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA



|

4.1. RESUMEN

Los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) son por definición aquellas plantas con valor real o potencial destinado a la alimentación y a otros usos en beneficio del ser humano como vestido, combustible, productos farmacéuticos, construcción, entre otros, y son el resultado de la combinación entre la biodiversidad de plantas, la diversidad ecológica y la cultura. En países como México, donde aún prevalece un amplio sector de agricultura de subsistencia, los recursos fitogenéticos son conservados y utilizados de manera directa por los agricultores, principalmente en las áreas de temporal; sin embargo, diversas fuentes indican que existe una declinación de estos recursos, por lo que es importante realizar un diagnóstico sobre su estado; en este contexto, la meta que se persigue es proporcionar elementos para mejorar la utilización y el manejo de los recursos fitogenéticos en los Bancos de Germoplasma, identificar germoplasma con valor potencial para la investigación y el mejoramiento de los cultivos y para la utilización directa por los agricultores en la recuperación de ecosistemas degradados y otras formas de uso sostenible. El presente informe se estructuró con información proporcionada por expertos de instituciones de relevancia en el tema a nivel nacional, a través de una encuesta que constó de cuatro secciones, con una de ellas enfocada exclusivamente hacia aspectos de uso sostenible; además, se complementó con estudios temáticos y publicaciones científicas en el período de enero de 2012 a diciembre de 2019. Las encuestas se capturaron en el Sistema Mundial de Información y Alerta Temprana sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (WIEWS) <http://www.fao.org/pgrrfa/>, el cual generó las salidas de información para elaborar el presente informe. Un primer indicador del nivel de uso de los recursos fitogenéticos en nuestro país lo proporciona el flujo de germoplasma; para el caso de México, el sistema es dinámico, con un volumen de 32,912 muestras distribuidas por los bancos nacionales de germoplasma, el cual aumenta hasta 52,157 muestras si se considera la participación de bancos de germoplasma internacionales con operaciones en México; las muestras de germoplasma están dirigidas principalmente hacia agricultores u organizaciones de éstos y hacia universidades y centros de investigación dentro del propio país; sin embargo, este dinamismo se redujo con respecto a las cifras reportadas en el informe nacional 2006 sobre esta materia. En México se realizan actividades para profundizar en el conocimiento de los recursos fitogenéticos y abrir posibilidades para su uso potencial, el primer paso en el vínculo entre conservación y uso es la caracterización y evaluación del material, registrándose actividades de caracterización en 157 especies cultivadas, con mayor dinamismo en las regiones Centro y Centro Sur del país; así mismo, se realizaron 450 estudios de clasificación de los recursos fitogenéticos en las diferentes regiones del país, siendo la región Sureste donde se realizó el mayor volumen de actividades, en contraste con las regiones del Noreste y Noroeste donde la actividad fue reducida; los cultivos que mayor atención recibieron fueron maíz con 141 estudios, principalmente en la región Sureste y aguacate con 43 estudios, principalmente en la región Centro; adicionalmente, se identificó un grupo de 849 variedades de los agricultores con gran potencial de comercialización, donde destaca nuevamente el cultivo de maíz. Existen actividades de ampliación de la base genética de especies cultivadas, dichas actividades estuvieron focalizadas en 42 cultivos, así como actividades en 106 programas de premejoramiento, también en 42 cultivos entre los que destacan maíz y chile; así mismo, se registró la introducción de tres especies cultivadas provenientes de otros países, de 14 especies silvestres recién domesticadas y su reintroducción en las diferentes regiones del país, cuyo material se obtuvo de bancos de germoplasma. Durante el periodo del presente informe se registraron en México 135 programas de mejoramiento genético, en los cuales se incluyó a un total de 55 cultivos; los programas de mejoramiento genético están mayormente concentrados en las regiones Centro Sur y Centro y en los cultivos de maíz, chile y frijol; existe una declinación muy marcada del

mejoramiento genético con respecto al periodo que abarcó en informe nacional en la materia de 2006, sobre todo en el sector oficial, por lo que se recomienda este tipo de actividad. En México existe capacidad instalada para la producción y distribución de semillas; sin embargo, no resulta suficiente para cubrir la totalidad de la superficie con semilla que cumpla con las normas de calidad; las instituciones del sector oficial tienen una participación muy discreta, por lo que se recomienda su revitalización en razón de que dichas instituciones son las más indicadas para incursionar en las áreas de temporal que es donde mayor es el requerimiento de semillas de calidad. En los últimos años se han impulsado actividades y políticas tendientes a elevar el nivel de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos en el país; sin embargo, éstas han tenido un carácter intermitente, por lo que se hace necesario establecer esfuerzos sostenidos en esta materia a fin de potenciar el uso de la gran diversidad genética vegetal existente en México.

4.2. INTRODUCCIÓN

Los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) se definen como el material genético de origen vegetal que tiene un valor real o potencial destinado a la alimentación y la agricultura; es decir, la definición en sí misma incluye un valor de uso, el cual al inicio de la civilización era eminentemente alimenticio, pero con el avance del conocimiento y del proceso civilizatorio éste se ha extendido a muchos otros ámbitos entre los que se pueden mencionar 1) vestido, 2) medicamentos, 3) rituales, 4) combustible y lubricantes, 5) productos farmacéuticos, 6) construcción, 7) cosméticos, 8) recreación, 9) papel y 10) decoración (Hawkes *et al.*, 2000).

Los recursos fitogenéticos comprenden una triple intersección conceptual entre la biodiversidad de plantas, la diversidad ecológica y la cultura (Cuevas *et al.*, 1998; Cuevas, 2014); este último elemento refleja la habilidad humana para utilizar en diferentes formas la riqueza vegetal.

El área de los recursos fitogenéticos es sumamente amplia, y abarca varias actividades, todas ellas complejas, que van desde la colecta, documentación, conservación, sistematización, caracterización, documentación y un entramado cada vez más exhaustivo de procesos regulatorios, a fin de tener acceso a dichos recursos, pero todo ello es motivado, al final de cuentas, por el apremio que tiene la sociedad de su aprovechamiento; es decir, la mera colecta y conservación de los recursos fitogenéticos en sofisticados bancos de germoplasma y su registro en modernos sistemas computarizados pierde sentido si no se utilizan para hacer frente a retos de diversa índole que afronta la humanidad.

En países como México, donde aún prevalece un amplio sector de agricultura de subsistencia, los recursos fitogenéticos son conservados y utilizados de manera directa por los agricultores, principalmente en las áreas de temporal. De acuerdo con el SIAP (2020), en el año 2018 el 32.4 % de la superficie agrícola nacional se sembró con semillas criollas o bien con semillas nativas; ese porcentaje sobrepasó el 50 % en 11 de las 32 entidades federativas, con prevalencias tan altas como 70.9 % en Yucatán, 80.6 % en la Ciudad de México y 87.4 % en Oaxaca; el restante 67.6 % se sembró con semilla mejorada producida por empresas e instituciones de investigación. El presente informe se basa de manera preponderante en la utilización que hace este último sector de los recursos fitogenéticos, aunque es claro que ambos sectores contribuyen de manera muy importante

a la seguridad alimentaria y al desarrollo del país, pues influyen de forma importante en la capacidad de la agricultura para responder a los cambios, ya sean de tipo ambiental o socioeconómico.

Aunque las plantas se utilizan de formas diversas, el uso principal sigue siendo como material de inicio en los programas de mejoramiento de cultivos. El primer paso en el vínculo entre conservación y uso es la caracterización y evaluación del material, generalmente en aquellos resguardados mediante conservación *ex situ*; ésto permite, por ejemplo, la identificación de características valiosas de resistencia a plagas y enfermedades o tolerancia a diferentes tipos de estrés que se pueden utilizar para mejorar las variedades de cultivos, para garantizar la producción agrícola y satisfacer los crecientes desafíos ambientales y el cambio climático.

Es importante mencionar que los desarrollos recientes en biología molecular y biotecnología están aportando nuevas dimensiones a los patrones de utilización de la biodiversidad, ya que la unidad de utilización ha descendido hasta el nivel de ADN (Gautam *et al.*, 2004), de tal manera que hoy en día la utilización de los recursos fitogenéticos para actividades como aislamiento de genes, transferencia o inserción de genes en organismos con relación filogenética distante, o edición genómica se considera rutinaria; inclusive, las secuencias digitalizadas del ADN se pueden incluir dentro del gran tema de propiedad intelectual y acceso a los recursos fitogenéticos (CICEGBS, 2018).

Las circunstancias por las que atraviesa la humanidad en la actualidad hacen necesario que el nuevo enfoque de utilización de los recursos fitogenéticos incluya un fuerte componente de sustentabilidad, pues en el pasado estos recursos se utilizaron de manera indiscriminada sin advertir que entraron en gran declive a partir de la segunda mitad del siglo pasado, lo que se agudizó con la puesta en marcha de la llamada Revolución Verde (NAS, 1972), estrategia que privilegiaba la sustitución masiva de las variedades de los agricultores por variedades mejoradas, sin prestar mucha atención a las implicaciones que esto conlleva en materia de erosión genética, pues es bien conocido que la generación de variedades con los métodos fitomejoramiento moderno ejerce una reducción de la variabilidad genética (de por sí disminuida con los procesos de domesticación), ya que el genotipo de las nuevas variedades está optimizado para incrementar su rendimiento en un área específica, a costa de una pérdida de adaptabilidad y capacidad de resiliencia ante fluctuaciones ambientales (Bains *et al.*, 2012).

Aparte de la expansión de nuevos cultivares de base genética reducida, Cuevas (2014) menciona otras causas de la pérdida o daño a la diversidad vegetal, entre las que se encuentran 1) ausencia de principios éticos, 2) ampliación irracional de la frontera agrícola, 3) aplicación irracional de insumos químicos dañinos, 3) incremento anárquico de áreas urbanas y vías de comunicación, 4) cambio de uso de suelo, incluyendo ganaderización de la agricultura, extracción de petróleo, etc, y 5) falta de conocimiento de la utilidad actual o potencial de muchas plantas silvestres.

Gepts (2006) describe de manera muy elusiva la gravedad de la pérdida de los recursos fitogenéticos cuando menciona que la suficiencia alimentaria que gozó la humanidad en la segunda mitad del siglo XX se logró mediante un aumento de la tierra cultivada (12 % en el área de tierras de cultivo global, 10 % en el área de pastizales permanentes), de la producción por unidad de área (106 % en rendimiento de cultivos alimentarios por unidad de área) y, sobre todo, por un aumento en los insumos (aumento del 97 % en tierras de regadío, 638 % en fertilizantes nitrogenados, 203 % en fertilizantes fosforados y 854 % en plaguicidas), lo cual a todas luces resulta insostenible, por lo que es urgente un cambio hacia un paradigma en la utilización de los recursos fitogenéticos, incorporando esquemas de premejoramiento para facilitar el uso de las variedades

criollas y material exótico de amplia base genética (Bains *et al.*, 2012), así como ampliar la participación de los parientes silvestres en los procesos de mejoramiento genético, pues se ha demostrado que continúan en posesión de una base genética mucho más amplia, aún que las variedades criollas, como respuesta a la reducción de las poblaciones que evolucionaron durante miles de años hacia especies cultivadas (Muñoz *et al.*, 2009), como se ha documentado en el caso del teocintle en su evolución hacia maíz cultivado (Santacruz-Varela *et al.*, 2013).

El Informe Nacional de 2006 puso de manifiesto que el grado de utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el sistema mexicano en ese momento mostraba un dinamismo muy notorio, pues tomando al número de muestras intercambiadas como indicador del uso que se hace del germoplasma nacional, la información reveló que la distribución de muestras del sistema mexicano rebasa ligeramente las 52 mil por año, situación que lo coloca muy distante de ser un sistema inactivo (Santacruz y De la O, 2006).

En este contexto, la meta que se persigue es proporcionar elementos para mejorar la utilización y el manejo de los recursos fitogenéticos en los bancos de germoplasma, identificar germoplasma con valor potencial para la investigación y el mejoramiento de los cultivos y para su utilización directa por los agricultores en la recuperación de ecosistemas degradados y otras formas de uso directo en los agroecosistemas.

Parte de la información contenida en el presente capítulo, se realizó con 208 encuestas que contenían información referente a la sección de utilización sostenible, de las 305 encuestas totales aplicadas como parte de la metodología ya descrita.

4.3. FLUJO DE GERMOPLASMA

El flujo de materiales de los bancos de germoplasma hacia solicitantes de diversa afiliación es un indicador del grado de utilización de los recursos fitogenéticos. México, en general, es un país con alto grado de diversidad genética vegetal, especialmente las regiones sur y sureste de la república (Rzedowsky, 1998), y dicha diversidad también se refleja a nivel de agroecosistemas, y se exacerba en el sistema milpa, practicado primordialmente en las áreas geográficas mencionadas (Hernández X., 1988; Moctezuma *et al.*, 2015); por lo anterior, es de esperarse que el flujo de germoplasma sea mayor en cuanto a número de muestras distribuidas a partir de bancos y colecciones establecidas en dicha región, tal como se evidenció en el Informe nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación 2006, donde la región Sureste fue la mayor proveedora de muestras de germoplasma, sobre todo a nivel nacional (Santacruz y De la O, 2006).

Para el periodo (2012-2019) que abarca el presente informe se distribuyó un total global de 32,912 muestras por 39 bancos de germoplasma de diversas instancias a nivel nacional, el mayor número de muestras distribuidas provino de colecciones establecidas en la región Centro Sur (Cuadro 1), con 18,314 muestras distribuidas, lo que representa por sí sola 56 % del total. Esto posiblemente es así porque ahí se encuentran ubicadas instituciones con presencia nacional y poseedoras de algunas de las colecciones más completas como el INIFAP (al haber recibido por parte de la Fundación Rockefeller las colecciones de diferentes cultivos), o el

BANGEV de la Universidad Autónoma Chapingo. Las regiones Noroeste y Sureste son las que menos germoplasma distribuyeron, con apenas 114 y 265 muestras, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de muestras distribuidas por los diferentes bancos de germoplasma nacionales a nivel región y los diversos receptores.

Región	Dentro del país			En el extranjero	No identificado	Total de muestras
	Universidades y Centros de Investigación	Sector privado	Agricultores u ONGs			
Centro	736	0	8742	45	0	9,523
Centro Sur	6,825	1,275	10,045	169	0	18,314
Noreste	2,890	0	1506	0	300	4,696
Noroeste	114	0	0	0	0	114
Sureste	25	4	232	4	0	265
Total	10,590	1,279	20,525	218	300	32,912

En relación con el año 2006, el volumen total de muestras distribuidas es menor (32,912) en el presente informe 2019, comparado con 52,009 muestras en 2006. Es necesario señalar como posible causa de la baja en los registros al hecho de que la encuesta del presente informe solamente recabó información de los bancos de germoplasma, mientras que la encuesta del informe 2006 también incluyó el intercambio de muestras entre investigadores a partir de colecciones de trabajo y no se estableció un periodo determinado para la información.

Al analizar la participación de los bancos de germoplasma de las diferentes instituciones, destacan a nivel nacional por el número de muestras distribuidas los bancos de germoplasma de los Centros Públicos de Investigación del CONACYT, del Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, A.C. (GISEM), Fundación Xochitla, A. C., Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Instituto Tecnológico El Salto y el Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias con una participación de 26.2, 20.7, 17.4, 15.3, 10.8, 9.11, y 8.0 %, respectivamente, del total de 32,912 muestras distribuidas por bancos de germoplasma de instituciones nacionales (Cuadro 2).



Cuadro 2. Número de muestras distribuidas por los bancos de germoplasma de las diferentes instituciones a diversos receptores.

Institución	Dentro del país			En el extranjero	No identificado	Total, de muestras
	Universidades y Centros de Investigación	Sector privado	Agricultores u ONGs			
Centros Públicos de Investigación CONACYT*	114	0	8500	0	0	8614
Grupo Interdisciplinario de Investigación en <i>Sechium edule</i> en México, A.C. (GISEM)	700	0	5000	25	0	5725
Fundación Xochitla, A. C.	4445	605	0	0	0	5050
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	150	0	3400	0	0	3550
Instituto Tecnológico de El Salto	2700	0	0	0	300	3000
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)*	524	4	2087	37	0	2652
Universidad Autónoma Chapingo (UACH)*	1031	5	332	61	0	1429
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	0	0	800	0	0	800
Colegio de Postgraduados (CP)*	185	315	103	75	0	678
Universidad de Guadalajara (UDG)	619	0	0	0	0	619
Universidad Veracruzana (UV)	10	350	0	0	0	360
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)	0	0	159	0	0	159
Instituto Tecnológico de Chiná (IT-Chiná)	0	0	144	0	0	144
Unidad Autónoma Metropolitana (UAM)	59	0	0	0	0	59
Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)	30	0	0	20	0	50
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	15	0	0	0	0	15
Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)	6	0	0	0	0	6
Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)	2	0	0	0	0	2
Total bancos de germoplasma nacionales	10590	1279	20525	218	300	32912
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)**	14079	462	0	4349	355	19245
Gran total	24669	1741	20525	4567	655	52157

*Instituciones nacionales con más de un banco de germoplasma que aportaron información.

**Por tratarse de un Centro Internacional, la información se analizó por separado.

El Centro de Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT), cuya sede se encuentra asentada en nuestro país, pertenece al consorcio denominado Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por sus siglas en inglés). El banco de germoplasma del CIMMYT representa un caso especial, y aunque formalmente no pertenece al sistema de instituciones nacionales, al realizar operaciones en México, influye de manera muy significativa en la dinámica de distribución de germoplasma, al grado de ser el principal proveedor de germoplasma con 19,245 muestras distribuidas (36.9 %), contra 32,912 (63.1 %) distribuidas por el resto de los bancos de germoplasma de las instituciones mexicanas en su conjunto (Cuadro 2). Este banco internacional distribuye más muestras de germoplasma a las universidades y centros de investigación nacionales que el resto de los bancos de germoplasma del país en su conjunto (14,079 vs. 10,590).

Desde un punto de vista de las especies más importantes en cuanto al número de muestras de germoplasma distribuidas (Cuadro 3), las especies con mayor demanda fueron *Agave* spp., *Sechium* spp., *Dahlia* spp., *Ipomoea batatas*, *Pinus* spp. y *Prunus persica*, con un total de 27,113 muestras, las cuales representan 83.2 % del total distribuido exclusivamente por los bancos de germoplasma nacionales.

Cuadro 3. Número de muestras distribuidas por bancos de germoplasma nacionales a los diferentes receptores, por especie.

Especie	Dentro del país			En el extranjero	No identificado	Total de muestras
	Universidades y Centros de Investigación	Sector privado	Agricultores u ONGs			
<i>Agave</i> spp.	2	0	8500	0	0	8502
<i>Sechium</i> spp.	700	0	5000	50	0	5750
<i>Dahlia</i> spp.	4446	605	0	0	0	5051
<i>Ipomoea batatas</i>	0	0	3400	0	0	3400
<i>Pinus</i> spp.	2700	0	0	0	300	3000
<i>Prunus persica</i>	85	50	1200	75	0	1410
<i>Echeveria</i> spp.	0	0	800	0	0	800
<i>Dioscorea sparsiflora</i>	580	0	0	0	0	580
<i>Vitis</i> spp.	230	0	300	0	0	530
<i>Amaranthus</i> spp.	87	0	350	8	0	445
<i>Physalis ixocarpa</i>	148	0	185	49	0	382
<i>Capsicum annuum</i>	311	0	0	20	0	331
<i>Zea mays</i>	189	0	120	0	0	309
<i>Vanilla</i> spp.	160	100	0	0	0	260
<i>Persea americana</i>	258	0	0	0	0	258
<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i>	0	250	0	0	0	250
<i>Laelia anceps</i>	0	250	0	0	0	250
<i>Manihot esculenta</i>	25	0	144	0	0	169
<i>Laelia autumnalis</i>	0	0	159	0	0	159
<i>Coffea</i> spp.	13	9	90	4	0	116
<i>Simmondsia chinensis</i>	114	0	0	0	0	114
<i>Colocasia esculenta</i>	0	0	100	0	0	100
<i>Prunus armeniaca</i>	100	0	0	0	0	100
<i>Helianthus annuus</i>	28	0	53	12	0	93

Especie	Dentro del país			En el extranjero	No identificado	Total de muestras
	Universidades y Centros de Investigación	Sector privado	Agricultores u ONGs			
<i>Gossypium</i> spp.	65	0	0	0	0	65
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	45	0	10	0	0	55
<i>Tillandsia</i> spp.	54	0	0	0	0	54
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	0	0	53	0	0	53
<i>Glycine max</i>	49	0	0	0	0	49
<i>Opuntia</i> sp.	48	0	0	0	0	48
<i>Sorghum bicolor</i>	41	0	0	0	0	41
<i>Phaseolus</i> spp.	30	0	3	0	0	33
<i>Malus</i> sp.	0	0	30	0	0	30
<i>Ficus carica</i>	6	15	6	0	0	27
<i>Annona muricata</i>	25	0	0	0	0	25
<i>Pennisetum purpureum</i>	0	0	18	0	0	18
<i>Allium sativum</i>	15	0	0	0	0	15
<i>Coriandrum sativum</i>	14	0	0	0	0	14
<i>Astrophytum</i> spp.	7	0	0	0	0	7
<i>Catopsis berteroniana</i>	5	0	0	0	0	5
<i>Crataegus</i> spp.	0	0	4	0	0	4
<i>Echinocactus</i> spp.	4	0	0	0	0	4
<i>Ferocactus pilosus</i>	2	0	0	0	0	2
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Albizia occidentalis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Leuchtenbergia principis</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Mammillodydia candida</i>	1	0	0	0	0	1
Total	10590	1279	20525	218	300	32912

Lo anterior toma un matiz diferente al involucrar al banco de germoplasma del CIMMYT (Cuadro 4), que durante el periodo del informe distribuyó exclusivamente germoplasma de maíz y de especies emparentadas. El banco de germoplasma del CIMMYT fue el único que distribuyó muestras de germoplasma de parientes silvestres del maíz, con 439 muestras distribuidas de 14 especies de *Tripsacum* y 1,777 muestras de cinco especies de teocintle. En cuanto a maíz cultivado, el banco del CIMMYT distribuyó por sí solo un total de 17,029 muestras; en contraste con los bancos de germoplasma nacionales, que en su conjunto distribuyeron solamente 309 muestras de semillas de este cultivo; es decir, del total de muestras de maíz distribuidas en el territorio nacional el CIMMYT distribuyó 98.2 % de las muestras desde un punto de vista global, y su participación representó 98.6 % como proveedor de germoplasma de maíz cultivado a las universidades y centros de investigación de México (13,191 muestras vs. 181 del resto de bancos).

Cuadro 4. Número de muestras distribuidas por Banco de Germoplasma del CIMMYT a los diferentes receptores, por especie.

Especie	Dentro del país			En el extranjero	No identificado	Total de muestras
	Universidades y Centros de Investigación	Sector privado	Agricultores u ONGs			
<i>Tripsacum bravum</i>	12	0	0	17	0	29
<i>Tripsacum dactyloides</i>	2	0	0	4	0	6
<i>Tripsacum dactyloides</i> var. <i>hispidum</i>	30	0	0	91	0	121
<i>Tripsacum dactyloides</i> var. <i>meridionale</i>	3	0	0	0	0	3
<i>Tripsacum dactyloides</i> var. <i>mexicanum</i>	19	0	0	46	0	65
<i>Tripsacum intermedium</i>	7	0	0	13	0	20
<i>Tripsacum jalapense</i>	3	0	0	6	0	9
<i>Tripsacum lanceolatum</i>	1	0	0	5	0	6
<i>Tripsacum latifolium</i>	2	0	0	0	0	2
<i>Tripsacum maizar</i>	6	0	0	2	0	8
<i>Tripsacum manisuroides</i>	4	0	0	0	0	4
<i>Tripsacum pilosum</i>	10	0	0	2	0	12
<i>Tripsacum zopilotense</i>	4	0	0	1	0	5
Undetermined spp.	91	0	0	58	0	149
<i>Zea diploperennis</i>	24	0	0	44	1	69
<i>Zea luxurians</i>	4	0	0	7	0	11
<i>Zea mays</i> ssp. <i>mexicana</i>	428	0	0	460	1	889
<i>Zea mays</i> ssp. <i>parviglumis</i>	225	1	0	546	0	772
<i>Zea perennis</i>	13	0	0	22	1	36
<i>Zea mays</i> ssp. <i>mays</i>	13191	461	0	3025	352	17029
Total	14079	462	0	4349	355	19245

4.4. ESTUDIOS DE USOS POTENCIALES

4.4.1. Estudios de caracterización

La caracterización constituye una etapa fundamental en el proceso de gestión de los recursos fitogenéticos, pues constituye uno de los primeros pasos para el aprovechamiento sostenible de los mismos. La caracterización consiste en realizar una descripción lo más completa posible de las poblaciones que se quieren conservar y en última instancia utilizar. La caracterización puede realizarse a varios niveles y con herramientas variadas, siendo las más comunes el uso de descriptores morfológicos y fisiológicos de los individuos; o bien mediante el uso de marcadores bioquímicos o moleculares.

La caracterización sirve de base para conocer, entre otros aspectos, el nivel de diversidad genética que poseen las poblaciones que se quieren conservar, las relaciones de parentesco con otros grupos de individuos, además de proporcionar información biológica útil para optimizar el proceso mismo de la conservación. Sin la caracterización, los bancos de germoplasma se convierten en simples depositarios de material biológico sin metas para la sistematización y el aprovechamiento sostenible de los recursos (CIAT *et al.*, 2007).

La actividad de caracterización es considerable en el país; en el periodo de estudio se reportó por 59 instancias la caracterización *ex situ* de 5,485 accesiones de 157 especies, que se agrupan en 86 cultivos. Esta actividad mostró mayor dinamismo en las regiones Centro y Centro Sur del país, con 2,104 y 1,863 accesiones caracterizadas, respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de cultivos, especies y accesiones caracterizadas morfológicamente por los Bancos de Germoplasma de las cinco regiones del país.

Región	Número de Cultivos	Número de Especies	Número de accesiones caracterizadas
Centro	25	46	2,104
Centro Sur	28	61	1,429
Noreste	11	13	1,005
Noroeste	5	5	512
Sureste	17	32	435
Total	86	157	5,485

El nivel de caracterización utilizado fue de manera predominante los caracteres morfológicos. En promedio se utilizaron 28 marcadores morfológicos por estudio, aunque hubo una variación muy amplia (desde 2 hasta 123); en 13.9 % de los estudios se utilizaron menos de 10 caracteres morfológicos, denotando una baja precisión de los mismos, mientras que, en el otro extremo, en 21.8 % se utilizaron más de 50 caracteres, lo que podría considerarse una caracterización de mayor precisión (Cuadros 6 a 10).

Las especies donde se concentran las actividades de caracterización varían en función de la importancia relativa de las mismas en las diferentes regiones del país; así, en la región Centro, se realizó este tipo de actividad en 46 especies, con los mayores registros de accesiones caracterizadas en *Glicine max* (649) y *Zea mays* (436) (Cuadro 6), mientras que en la región Centro Sur se realizaron actividades de caracterización en 61 especies, donde la de mayor atención fue *Amaranthus hypochondriacus* con 164 accesiones (Cuadro 7). En el Noreste solamente se caracterizaron 13 especies, siendo las más representativas *Capsicum annuum* y *Zea mays* con 545 y 152 accesiones, respectivamente (Cuadro 8).

Las regiones donde se registró menor dinamismo en actividades de caracterización fueron la Noroeste y Sureste. En el Noroeste solamente se realizaron actividades en este sentido en cinco especies, de las que destacó *Zea mays* con 489 accesiones caracterizadas (Cuadro 9), mientras que en el Sureste se caracterizaron accesiones de 32 especies, aunque en bajo número, pues de estas *Capsicum annuum* y *C. chinense* fueron las más favorecidas con apenas 98 y 56 accesiones caracterizadas.

Cuadro 6. Número de accesiones caracterizadas y número promedio de caracteres morfológicos descritos por especie, para la región Centro de México.

Región	Cultivo	Especie	Accesiones caracterizadas	Promedio de caracteres morfológicos
Centro	Agave	Agave angustifolia	1	12
		Agave rhodacantha	1	13
	Ajo	Allium sativum	22	5
	Dulce sultán	Amberboa moschata	10	19
	Chirimoya	Annona cherimola	27	8
	Guanábana	Annona muricata	9	21
	Chile	Capsicum annum	10	51
		Capsicum pubescens	31	38
	Papaya	Carica papaya	13	45
	Calabaza	Cucurbita argyrosperma	16	19
		Cucurbita ficifolia	3	19
		Cucurbita pepo	3	19
	Higo	Ficus carica	7	10
	Fresa	Fragaria x ananassa	24	16
	Soya	Glycine max	649	6
	Algodón	Gossypium hirsutum	13	7
	Pasto	Hymenachne amplexicaulis	32	8
	Lirio	Hymenocallis acutifolia	1	18
		Hymenocallis azteciana	1	18
		Hymenocallis concinna	1	18
		Hymenocallis howardii	1	18
		Hymenocallis jaliscensis	1	18
	Orquídea	Laelia autumnalis	85	56
		Oncidium reichenheimii	38	67
		Oncidium tigrinum	38	53
		Rhynchostele cervantesii	99	72
	Orégano	Lippia graveolens	4	2
	Garambullo	Myrtillocactus geometrizans	50	3
	Aguacate	Persea alba	1	61
		Persea americana	68	27
	Frijol	Phaseolus coccineus	6	14
		Phaseolus lunatus	58	36
		Phaseolus vulgaris	153	17
	Azucena, nardo, tuberosa o vara de San José	Polianthes geminiflora var. clivicola	1	20
		Polianthes howardii	1	20
		Polianthes montana	1	20
		Polianthes plathyphylla	1	20
		Polianthes pringlei	1	20
		Polianthes geminiflora var. pueblensis	1	20
		Polianthes tuberosa	1	20
		Polianthes zapopanensis	1	20
Durazno	Prunus persica	50	32	

Región	Cultivo	Especie	Accesiones caracterizadas	Promedio de caracteres morfológicos
	Tamarindo	Tamarindus indica	1	15
	Guayaba	Psidium guajava	49	15
	Jitomate	Solanum lycopersicum	84	37
	Maíz	Zea mays	436	13
Total	25	46	2104	

Cuadro 7. Número de accesiones caracterizadas y número promedio de caracteres morfológicos descritos por especie, para la región Centro Sur de México.

Región	Cultivos	Especies	Número de accesiones caracterizadas	Número promedio de caracteres morfológicos
Centro Sur	Amaranto	<i>Amaranthus cruentus</i>	37	17
		<i>Amaranthus hybridus</i>	2	13
		<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	164	17
	Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	36	48
	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	11	72
	Chile	<i>Capsicum annuum</i>	25	45
		<i>Capsicum pubescens</i>	44	12
	Papaya	<i>Carica papaya</i>	5	21
	Café	<i>Coffea arabica</i>	4	21
	Malanga	<i>Colocasia esculenta</i>	4	28
	Tejocote	<i>Crataegus baroussana</i>	3	123
		<i>Crataegus aurescens</i>	3	123
		<i>Crataegus cuprina</i>	15	123
		<i>Crataegus gracilior</i>	34	123
		<i>Crataegus greggiana</i>	3	123
		<i>Crataegus mexicana</i>	42	123
		<i>Crataegus nelsonii</i>	1	123
		<i>Crataegus rosei</i>	26	123
		<i>Crataegus sp.</i>	2	123
		<i>Crataegus sulfurea</i>	1	123
		<i>Crataegus tracyi</i>	10	123
	Calabaza	<i>Cucurbita argyrosperma</i>	9	38
		<i>Cucurbita moschata</i>	10	38
		<i>Cucurbita pepo</i>	4	38
	Dalia	<i>Dahlia brevis</i>	3	52
		<i>Dahlia coccinea</i>	1	8
		<i>Dahlia sherffii</i>	1	8
	Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	10	53
	Algodón	<i>Gossypium barbadense</i>	1	40
		<i>Gossypium hirsutum</i>	66	35
		<i>Gossypium arboreum</i>	37	20
	Girasol	<i>Helianthus annuus</i>	37	40

Región	Cultivos	Especies	Número de accesiones caracterizadas	Número promedio de caracteres morfológicos
	Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	29	44
	Nogal	<i>Juglans regia</i>	60	16
	Mango	<i>Mangifera indica</i>	54	14
	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	29	16
	Arroz	<i>Oryza sativa</i>	8	65
	Aguacate	<i>Persea americana</i>	104	25
		<i>Persea longipes</i>	1	39
		<i>Persea nubigena</i>	1	39
		<i>Persea schiedeana</i>	3	26
		<i>Persea tolimanensis</i>	5	19
	Frijol	<i>Phaseolus coccineus</i>	1	25
		<i>Phaseolus vulgaris</i>	85	7
	Tomate de cáscara	<i>Physalis ixocarpa</i>	3	49
	Mamey zapote	<i>Pouteria sapota</i>	20	36
	Jitomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	80	16
	Pitayo	<i>Stenocereus pruinosus</i>	5	10
	Romerito	<i>Suaeda edulis</i>	8	21
		<i>Suaeda linearis</i>	25	21
		<i>Suaeda mexicana</i>	9	21
		<i>Suaeda pulvinata</i>	1	21
		<i>Suaeda</i> sp.	20	21
	Vainilla	<i>Vanilla inodora</i>	1	18
		<i>Vanilla insignis</i>	5	16
		<i>Vanilla odorata</i>	13	18
		<i>Vanilla planifolia</i>	71	18
		<i>Vanilla pompona</i>	17	16
		<i>Vanilla</i> sp.	51	16
	Uva	<i>Vitis</i> sp.	1	15
	Maíz	<i>Zea mays</i>	68	8
Total	28	61	1429	

Cuadro 8. Número de accesiones caracterizadas y número promedio de caracteres morfológicos descritos por especie, para la región Noreste de México.



Región	Cultivos	Especies	Número de accesiones caracterizadas	Número promedio de caracteres morfológicos
Noreste	Agave	<i>Agave gentryi</i>	1	5
		<i>Agave montana</i>	1	5
	Chile	<i>Capsicum annuum</i>	545	23
	Nogal	<i>Carya illinoensis</i>	2	37
	Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>	44	30
	Mamilaria	<i>Mammilloidya candida</i>	5	42
	Ariocarpus	<i>Ariocarpus retusus</i>	5	42
	Frijol	<i>Phaseolus sp.</i>	143	18
		<i>Phaseolus vulgaris</i>	25	36
	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	11	10
	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	50	11
	Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	21	9
	Maíz	<i>Zea mays</i>	152	36
Total	11	13	1005	

Cuadro 9. Número de accesiones caracterizadas y número promedio de caracteres morfológicos descritos por especie, para la región Noroeste de México.

Región	Cultivos	Especies	Número de accesiones caracterizadas	Número promedio de caracteres morfológicos
Noroeste	Chile	<i>Capsicum annuum</i>	19	8
	Lisianthus	<i>Eustoma exaltatum</i>	1	6
	Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	2	10
	Trigo	<i>Triticum durum</i>	1	28
	Maíz	<i>Zea mays</i>	489	24
Total	5	5	512	

Cuadro 10. Número de accesiones caracterizadas y número promedio de caracteres morfológicos descritos por especie, para la región Sureste.

Región	Cultivos	Especies	Número de accesiones caracterizadas	Número promedio de caracteres morfológicos
Sureste	Saramuyo	<i>Annona squamosa</i>	13	31
	Pata de elefante	<i>Beaucarnea plabilis</i>	8	10
	Chile	<i>Capsicum annuum</i>	98	20
		<i>Capsicum chinense</i>	56	34
		<i>Capsicum spp.</i>	1	16
	Sandía	<i>Citrullus lanatus</i>	1	9
	Coco	<i>Cocos nucifera</i>	17	29
	Calabaza	<i>Cucurbita argyrosperma</i>	2	9
		<i>Cucurbita moschata</i>	5	9
	Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i>	1	20

Región	Cultivos	Especies	Número de accesiones caracterizadas	Número promedio de caracteres morfológicos
	Ave del paraíso, Platanillo	<i>Heliconia adflexa</i>	3	55
		<i>Heliconia aurantiaca</i>	2	55
		<i>Heliconia bihai</i>	3	55
		<i>Heliconia bourgaeana</i>	3	55
		<i>Heliconia champneiana</i>	2	55
		<i>Heliconia collinsiana</i>	4	55
		<i>Heliconia latispatha</i>	4	55
		<i>Heliconia librata</i>	2	55
		<i>Heliconia spissa</i>	4	55
		<i>Heliconia uxpanapensis</i>	4	55
		<i>Heliconia vaginalis</i>	1	55
	Guaje, jícara o acocote	<i>Lagenaria siceraria</i>	2	9
	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	16	15
	Pasto	<i>Pennisetum purpureum</i>	15	30
	Frijol	<i>Phaseolus lunatus</i>	15	29
	Jitomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	32	26
	Ciruela, jobo	<i>Spondias purpurea</i>	18	6
Cacao	<i>Theobroma bicolor</i>	15	36	
	<i>Theobroma cacao</i>	50	30	
Vigna	<i>Vigna umbellata</i>	1	6	
	<i>Vigna unguiculata</i>	1	6	
Maíz	<i>Zea mays</i>	36	18	
Total	17	32	435	

Un impacto adicional de los estudios de caracterización es la generación y difusión de conocimiento, materializados en el número de publicaciones sobre el tema a través de canales formales como revistas científicas o libros de editoriales reconocidas. En este sentido, en el periodo abarcado por el informe, se reportaron 382 trabajos por los bancos de germoplasma y receptores de muestras de semillas sobre caracterización morfológica, bioquímica o molecular; fue posible observar que las instancias solicitantes de germoplasma realizan un mayor número de publicaciones sobre caracterización de recursos fitogenéticos que la que realiza el personal de los propios bancos de germoplasma (305 vs. 77 publicaciones sobre el tema).

4.4.2 Estudios de clasificación

Tal como lo mencionan Sarukhán *et al.* (2009), México se encuentra entre los cinco países con el mayor número de plantas vasculares, de las cuales se han descrito poco más de 25,000 especies de un total que se estima entre 27,000 y 30,000, con una alta proporción de endemismo.

Una de las principales tareas del reto mencionado es el de la clasificación de los recursos vegetales del país, primero a nivel de especies y categorías taxonómicas infraespecíficas. De acuerdo con Villaseñor y Ortiz (2014), la diversidad vegetal en México puede agruparse en 53 órdenes, 247 familias, 2,685 géneros y 21,841 especies, 11,001 de ellas endémicas; la forma de crecimiento más frecuente es la herbácea, seguida por la arbustiva y la arbórea; en tanto que las epífitas, las trepadoras y las parásitas son las menos frecuentes. La mayor diversidad se encuentra en los bosques templados, seguida por la de matorral xerófilo, bosque húmedo de montaña, bosque tropical estacionalmente seco y bosque tropical húmedo.

Un siguiente nivel de clasificación debe focalizarse hacia aquellas especies que cuentan con alguna utilidad para la alimentación y la agricultura; en este tenor, Lépiz y Rodríguez (2020) mencionan que se han reportado 256 especies de plantas cultivadas en México con importancia económica, tanto nativas, como introducidas y de la mayoría de ellas se cuenta también con una diversidad genética muy amplia.

La presencia de una diversidad tan abundante significa un privilegio para nuestro país, pero a la vez también implica una gran responsabilidad para conservarla de manera eficiente y utilizarla de manera sostenible, lo que resulta en un verdadero reto debido a la gran variabilidad ecológica y distribución heterogénea de dichos recursos.

Existen muchos criterios para la sistematización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, pero todos ellos confluyen en la necesidad de organizar las accesiones en entidades coherentes como razas, subrazas, grupos y patrones heteróticos, colecciones núcleo, grupos de accesiones por estratos agroecológicos, por similitudes en su biología reproductiva; o bien, identificar subconjuntos de accesiones que compartan una característica específica o grupo de caracteres, que permitan realizar un manejo, una conservación y una utilización eficiente de dichos recursos por parte de los bancos de germoplasma y el resto de instituciones nacionales. Es deseable que los subconjuntos contengan, en un número pequeño de accesiones, la máxima variación disponible para un determinado carácter o un grupo de caracteres de tipo morfológico, agronómico, bioquímico o molecular.

En el periodo que abarca el presente estudio, existe un claro contraste entre las regiones del país sobre el énfasis aplicado a los estudios de clasificación de los recursos fitogenéticos e identificación de subconjuntos. Sobresale la región Sureste por el número de estudios sobre este tema con 171, lo cual en términos generales corresponde a 38 % del total nacional realizado en este tipo de estudios (Cuadro 11); en contraste, en las regiones Noreste y Noroeste se observó la actividad más baja en este sentido, con únicamente 43 y 2 estudios realizados, respectivamente, lo que representa apenas 10 % de las iniciativas en esta temática a nivel nacional para ambas regiones en conjunto (Cuadro 11), situación que se reflejaba en el mismo sentido en el informe nacional sobre RFAA de 2006, donde ya se observaba que las regiones Noreste y Noroeste presentaban menor actividad en estudios de clasificación.

Cuadro 11. Número de subconjuntos de las colecciones correspondientes a una característica específica documentado, por cultivo y región del país.

Región	Número Bancos de Germoplasma	Cultivos	Número de subconjuntos	Total
Centro	7	Agave	25	90
		Aguacate	36	
		Chile	3	
		Maíz	7	
		Guanábana	5	
		Garambullo	3	
		Orquídeas	11	

Región	Número Bancos de Germoplasma	Cultivos	Número de subconjuntos	Total
Centro Sur	11	Aguacate	24	144
		Algodón	33	
		Amaranto	2	
		Calabaza	1	
		Cempoalxóchitl	3	
		Chayote	14	
		Chile apaxtleco	2	
		Chirimoya	1	
		Frijol	1	
		Orquídeas	5	
		Tigridia	9	
		Uva silvestre	20	
		Vainilla	22	
		Verdolaga	7	
Noreste	5	Cactus	5	43
		Durazno	2	
		Frijol	13	
		Granado	2	
		Guayaba	10	
		Higuera	2	
		Sorgo	3	
		Soya	3	
		Vid	3	
Noroeste	1	Garbanzo	2	2
Sureste	3	Café	2	171
		Calabaza	13	
		Frijol	3	
		Lima persa	1	
		Maíz	134	
		Vigna	2	
		Yuca	16	
Total				450

Lo anterior es congruente con los antecedentes históricos de las diferentes provincias fisiográficas de México, pues las regiones Noreste y Noroeste se ubican en la provincia conocida como Aridoamérica, que históricamente se ha considerado como un área con escasa biodiversidad a causa de sus limitantes ambientales como la aridez, lo que también trajo consigo que los pueblos de Aridoamérica, condicionados por su medio ecológico, nunca llegaron a formar una unidad cultural (López-Austin y López-Luján, 1996), resultando esta combinación en una menor presencia de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, ofreciendo así una menor materia de trabajo para eventuales estudios de clasificación.

En contraste, las regiones de México que en el presente estudio se denominan como Centro, Centro Sur y Sureste se ubican en el área de Mesoamérica, considerada por Vavilov (1992) como uno de los principales centros de origen y diversidad de plantas cultivadas, donde se domesticaron o diversificaron más de 130 especies de plantas comestibles (CONABIO, 2020), por lo que en estas regiones existe mayor abundancia de diversidad, y por ende, mayor materia para estudios de clasificación, lo que se refuerza con lo mencionado por Villaseñor y Ortiz (2014), en el sentido que los estados con mayor biodiversidad son Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Jalisco y Guerrero, ubicados en las regiones de referencia.

Con respecto a las especies sobre las cuales se realizaron estudios de clasificación, sobresalen maíz con 141 estudios (134 en la región Sureste y 7 en la región Centro) y aguacate con 43 estudios, de los cuales 32 se realizaron en la región Centro y 7 en la Centro Sur (Cuadro 11).

4.4.3. Identificación de materiales nativos con potencial de comercialización

México cuenta con una diversidad genética de tal magnitud que resulta casi imposible conocer a detalle materiales particulares con atributos valiosos, a menudo confinados en nichos ecológicos de poca extensión geográfica, pero que vale la pena exponer de manera más amplia para ampliar su frecuencia de uso.

En el Cuadro 12 se reporta el número de variedades de los agricultores, variedades nativas, o variedades criollas (variedades provenientes del exterior, pero con adaptación local y con diversidad generada *in situ*) con potencial para comercialización. Se reporta para el país un total de 849 variedades de los agricultores con potencial de comercialización pertenecientes a 105 especies distintas. Entre las especies con mayor número de variedades con potencial de comercialización destacan el maíz (*Zea mays*) con 152 variedades, chile (*Capsicum annuum*) con 38, rosal (*Rosa* sp.) con 35, varias especies de orquídeas con 30 variedades, algodón (*Gossypium hirsutum*) con 29, fresa (*Fragaria × ananassa*) con 25, arándano (*Vaccinium corymbosum*) con 25, crisantemo (*Chrysanthemum × morifolium*) con 23, frijol (*Phaseolus vulgaris*) con 23, echeveria (*Echeveria* spp.) con 21, vid (*Vitis vinífera*) con 21 y ciruela mexicana (*Spondias purpurea*) con 20 variedades.

Cuadro 12. Número de variedades de los agricultores por especie con potencial para la comercialización.

Cultivo	Especie	Número de variedades nativas con potencial para comercializar
Kiwi	<i>Actinidia chinensis</i>	3
Agave	<i>Agave angustifolia</i>	9
	<i>Agave salmiana</i>	1
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	8
Ajo	<i>Allium sativum</i>	4
Lirio de campo	<i>Alstroemeria</i> sp.	4
Amaranto	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	4
Anonas	<i>Annona cherimola</i>	1
	<i>Annona muricata</i>	2
	<i>Annona squamosa</i>	1
Anturio	<i>Anthurium andreanum</i>	6
Cacahuete	<i>Arachis hypogaea</i>	1
Yaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1
Cactáceas	<i>Astrophytum myriostigma</i>	2
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	2
	<i>Bouteloua curtipendula</i>	1
	<i>Bouteloua gracilis</i>	1
Pasto	<i>Brachiaria</i> spp.	4
Canola	<i>Brassica napus</i>	5
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i>	7
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	3

Cultivo	Especie	Número de variedades nativas con potencial para comercializar
Chile	<i>Capsicum annuum</i>	39
	<i>Capsicum chinense</i>	3
	<i>Capsicum pubescens</i>	1
Papaya	<i>Carica papaya</i>	7
Cártamo	<i>Carthamus tinctorius</i>	8
Nogal	<i>Carya illinoensis</i>	1
Bromelia	<i>Catopsis paniculata</i>	11
Chía roja	<i>Chenipodium berlandieri</i> ssp. <i>nuttalliae</i>	1
Crisantemo	<i>Chrysanthemum × morifolium</i>	23
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	2
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i>	7
Mandarina	<i>Citrus reticulata × Citrus sinensis</i>	2
Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	4
Café	<i>Coffea arabica</i>	1
Tejocote	<i>Crataegus</i> spp.	5
Melón	<i>Cucumis melo</i>	14
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	9
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i>	3
Alcachofa	<i>Cynara cardunculus</i>	1
Dalia	<i>Dahlia</i> spp.	7
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	4
Clavel	<i>Dianthus barbatus</i>	14
Clavellina	<i>Dianthus caryophyllus</i>	1
Echeveria	<i>Echeveria</i> spp.	21
Cactus	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	1
Orquídea cacto	<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	1
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	4
Lisianthus	<i>Eustoma exaltatum</i>	1
Fresa	<i>Fragaria × ananassa</i>	25
Gerbera	<i>Gerbera jamesonii</i>	5
Soya	<i>Glycine max</i>	2
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>	29
Gipsófila	<i>Gypsophila paniculata</i>	5
Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	1
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	1
Camote morado	<i>Ipomoea batatas</i>	1
Piñón mexicano	<i>Jatropha curcas</i>	3
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	10
Azucena	<i>Lilium</i> sp.	1
Manzano	<i>Malus domestica</i>	3
Mango	<i>Mangifera indica</i>	1
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	5
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	4
Olivo	<i>Olea europaea</i>	1

Cultivo	Especie	Número de variedades nativas con potencial para comercializar
Nopal	<i>Opuntia</i> spp.	3
Orquídeas	<i>Orchidaceae</i>	35
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	7
Aguacate	<i>Persea americana</i>	7
Frijol	<i>Phaseolus coccineus</i>	1
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	23
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	3
Chabacano	<i>Prunus armeniaca</i>	2
Durazno	<i>Prunus persica</i>	6
Ciruelo	<i>Prunus salicina</i>	2
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	1
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	7
Pera	<i>Pyrus communis</i>	1
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	2
Rosa	<i>Rosa</i> sp.	35
Frambuesa	<i>Rubus idaeus</i>	15
Zarzamora	<i>Rubus</i> sp.	10
Chía negra	<i>Salvia hispanica</i>	1
Chayote	<i>Sechium edule</i>	6
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	1
Jitomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	11
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	7
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	16
Ciruela, Jobo	<i>Spondias purpurea</i>	20
Pitaya	<i>Stenocereus pruinosus</i>	16
Romerito	<i>Suaeda edulis</i>	3
Cempoalxóchitl	<i>Tagetes</i> sp.	3
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	2
Tigridia	<i>Tigridia pavonia</i>	10
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	9
	<i>Triticum durum</i>	9
Arándano	<i>Vaccinium corymbosum</i>	25
Vainilla	<i>Vanilla cribbiana</i>	4
	<i>Vanilla odorata</i>	1
	<i>Vanilla planifolia</i>	8
	<i>Vanilla pompona</i>	1
Vid	<i>Vitis vinifera</i>	21
Maíz	<i>Zea mays</i>	152
91	105	849

Además de la identificación de variedades, también se reportaron cultivos que representan especies completas o inclusive grupos de especies como infrautilizadas con potencial para la comercialización, a las cuales se les asignó una clasificación en términos de prioridad en el país en su desarrollo y utilización sostenible. En este tenor se enlistan 70 especies agrupadas en 47 cultivos (Cuadro 13) a fin de contribuir a su difusión con fines de uso sostenible y conservación del recurso.

Cuadro 13. Especies infrautilizadas con potencial para la comercialización, identificado en el periodo abarcado por el informe.

Cultivo	Especie	Prioridad*
Agave	<i>Agave americana</i>	Media
	<i>Agave asperrima</i>	Media
	<i>Agave montium-sancticaroli</i>	Media
	<i>Agave funkiana</i>	Media
	<i>Agave univittata</i>	Media
	<i>Agave gentryi</i>	Media
	<i>Agave montana</i>	Media
	<i>Agave angustifolia</i>	Baja-media
	<i>Agave salmiana</i>	Media
Amaranto	<i>Amaranthus hybridus</i>	Baja
	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	Media-alta
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	Media-alta
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Media-alta
Saramuyo	<i>Annona squamosa</i>	Media-alta
Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i>	Media-alta
Yaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Baja
Cactáceas	<i>Astrophytum myriostigma</i>	Media-alta
	<i>Aztekium hintonii</i>	Media-alta
	<i>Echinocereus longisetus</i> subsp. <i>Delaetii</i>	Media-alta
	<i>Turbincarpus saueri</i> subsp. <i>knuthianus</i>	Media-alta
	<i>Turbincarpus viereckii</i> sp. <i>major</i>	Media-alta
	<i>Astrophytum caput-medusae</i>	Media-alta
	<i>Echinocereus poselgeri</i>	Media-alta
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	Baja-media
Pasto	<i>Bouteloua dactyloides</i>	Media-alta
Chiltepin	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Media
Chile manzano	<i>Capsicum pubescens</i>	Baja-media
Bromelia	<i>Catopsis paniculata</i>	Baja
Malanga	<i>Colocasia esculenta</i>	Baja
Tejocote	<i>Crataegus gracillior</i>	Media
	<i>Crataegus mexicana</i>	Media
	<i>Crataegus tracyi</i>	Media
	<i>Crataegus nelsonii</i>	Media
Calabaza	<i>Cucurbita argyrosperma</i>	Baja-media
Chilacayote	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Baja
Dalia	<i>Dahlia</i> sp.	Baja
Echeveria	<i>Echeveria</i> sp.	Media
Flor de pascuilla	<i>Euphorbia strigosa</i>	Media
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	Baja-media
Camote, papa dulce	<i>Ipomoea batatas</i>	Baja

Cultivo	Especie	Prioridad*
Tomatillo, Jaltomate	<i>Jaltomata procumbens</i>	Baja
Jarilla	<i>Jarilla heterophylla</i>	Media
Piñón mexicano	<i>Jatropha curcas</i>	Baja-media
Lirio de San Francisco	<i>Laelia autumnalis</i>	Baja
Jícama silvestre	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Baja
Mamilaria	<i>Mammillaria spp.</i>	Alta
Garambujo	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Baja-media
Nopal	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Baja-media
	<i>Opuntia cochinera</i>	Baja-media
	<i>Opuntia durangensis</i>	Baja-media
	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Baja-media
	<i>Opuntia joconostle</i>	Alta
Maralfalfa	<i>Pennisetum violaceum</i>	Media
Frijol ayocote	<i>Phaseolus coccineus</i>	Baja
Frijol	<i>Phaseolus lunatus</i>	Baja
Pino	<i>Pinus durangensis</i>	Media-alta
Mamey zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Media
Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	Baja
Capulín	<i>Prunus serotina</i>	Baja
Chayote	<i>Sechium edule var. nigrum xalapensis</i>	Media
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	Baja
Papa de monte	<i>Solanum cardiophyllum</i>	Media-alta
Ciruella, jobo	<i>Spondias purpurea</i>	Baja
Pitaya	<i>Stenocereus pruinosus</i>	Baja-media
Romerito	<i>Suaeda edulis</i>	Baja-media
Cempasúchil	<i>Tagetes spp.</i>	Media
Tigridia	<i>Tigridia spp.</i>	Baja
Heno	<i>Tillandsia usneoides</i>	Baja
Flor de papel	<i>Zinnia elegans</i>	Media

*Asignada por los propios investigadores en términos del progreso realizado sobre su desarrollo y utilización sostenible.

El término “especies infrautilizadas”, de acuerdo con la FAO (2020), hace referencia a especies cultivadas a nivel local a las cuales los investigadores no han dedicado la debida atención y están infrautilizadas a nivel local, nacional e incluso mundial. Por su adaptación a condiciones locales de producción, se suelen encontrar en sistemas agrícolas de bajos insumos y en zonas marginales; muchas veces presentan características específicas relacionadas con la nutrición, la resiliencia o los usos socioculturales, y de esta forma constituyen oportunidades de nicho de mercado para los pequeños productores. Así mismo, la comercialización de estas especies se refiere al mercadeo (a nivel nacional e incluso internacional) del producto cosechado de dichas especies o de los productos con valor añadido derivados de las especies, generando un beneficio económico para los agricultores.

4.5. AMPLIACIÓN DE LA BASE GENÉTICA Y POTENCIACIÓN

4.5.1 Actividades de ampliación de la base genética

La diversidad genética es la base sobre la cual descansa la agricultura sostenible, pues asegura el mantenimiento de la producción y mejora la estabilidad del agroecosistema, haciéndolo menos susceptible a las explosiones poblacionales de plagas, malezas, enfermedades y a las condiciones ambientales adversas, lo cual cobra importancia ante escenarios de cambio climático como el que enfrenta nuestro planeta en la actualidad.

Desafortunadamente las circunstancias actuales han conducido hacia una pérdida de diversidad en los sistemas agrícolas; por un lado, se impulsa el desarrollo y uso de variedades mejoradas de base genética estrecha en sustitución de las variedades de los agricultores, de base genética amplia, y por otro lado el entorno sociopolítico favorece el abandono de las actividades agrícolas con todo y su germoplasma, el cual jamás se recupera provocando una pérdida neta en la diversidad de los agroecosistemas, sobre todo en los de subsistencia.

De acuerdo con la SCDB (2008), muchas prácticas modernas y enfoques hacia la intensificación están dirigidas a lograr altos rendimientos y han traído como consecuencia una simplificación de los sistemas agrícolas, principalmente de la biodiversidad, conduciendo hacia una producción ecológicamente inestable; como ejemplo de ello está el uso de monocultivos y la eliminación de la rotación o sucesión de los mismos, el uso de variedades de alto rendimiento y los híbridos, con la pérdida de variedades tradicionales y la diversidad.

Ante este panorama, las actividades enfocadas hacia el incremento de la diversidad genética se justifican ampliamente. Los proyectos, programas o actividades realizadas durante el periodo del informe con el objetivo de aumentar la diversidad de especies en los sistemas de producción agrícola a nivel intraespecífico se presentan en el cuadro 14, donde se reporta un total de 72 de éstas, las cuales están enfocadas en 42 cultivos. En las regiones Centro Sur y Centro del país se registró el mayor número de actividades para promover la diversidad intraespecífica, con 19 y 34 proyectos, programas o actividades, respectivamente, siendo en la región Centro Sur donde se intervino en el mayor número de cultivos (24), mientras que en la región Sureste solamente se desarrolló este tipo de actividades en tres cultivos.



Cuadro 14. Número de proyectos, programas o actividades que se realizaron para promover la diversidad en los sistemas de producción agrícola por región del país.

Región	Número	Cultivos objetivo	Temas cubiertos
Centro	19	Maíz, frijol, calabaza, verdolaga, jamaica, jitomate, guanábana, nopal, chile.	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio/seguimiento de la diversidad intraespecífica de los cultivos. • Incremento de la diversidad. intraespecífica en los cultivos. • Estudio/seguimiento de la diversidad de cultivos en las explotaciones agrícolas. • Incremento de la diversidad de cultivos en explotaciones agrícolas.
Centro Sur	34	Echevería, cempoalxóchitl, bromelia, hechtia, verdolaga, nochebuena, chile, orquídeas, tigridia, dalia, camote, chayote, vainilla, jamaica, café, cacao, maguey, tejocote, manzana, pera, durazno, maíz, frijol, calabaza, amaranto, aguacate, tomate de cáscara.	
Noroeste	9	Maíz, frijol, calabaza, verdolaga, jamaica, chile serrano, chile jalapeño, chile habanero, guayaba.	
Noreste	6	Frijol, garbanzo, soya, jojoba, cártamo, girasol y canola.	
Sureste	4	Yuca, chile, ciruela mexicana.	
Total	72	42	4

4.5.2. Introducción de nuevo germoplasma

Otra forma de incrementar la diversidad en los sistemas agrícolas es a través de la introducción de nuevas especies cultivadas provenientes de otros países, de especies silvestres recién domesticadas o de especies reintroducidas cuyo material se obtuvo de un banco de germoplasma. En el Cuadro 15 se visualizan las especies reportadas, de las cuales, únicamente cuatro corresponden a nuevas especies introducidas (*Lupinus angustifolius*, *Hevea brasiliensis*, *Cocos nucifera*, *Pennisetum* sp.) que fueron introducidas de otro país para ser cultivadas en las regiones Centro Sur, Noreste y Sureste de México; tres especies recién domesticadas (*Panicum virgatum*, *Dahlia dissecta* × *Dahlia rupícola*, *Dahlia brevis*) para la región Centro, Centro Sur y Noreste; el resto corresponde a 14 especies reintroducidas en las diferentes regiones de México.

Cuadro 15. Nuevas especies incorporadas a los sistemas agrícolas en las diferentes regiones del México.

Región	Cultivos	Especies	Fuentes de diversificación
Centro	Fresas	<i>Fragaria vesca</i>	Especie reintroducida
	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Especie reintroducida
	Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	Especie reintroducida
	Garbanzo	<i>Cicer reticulatum</i>	Especie reintroducida
	Amaranto	<i>Chenopodium quinoa</i>	Especie reintroducida
	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Especie reintroducida
	Pasto Switchgrass	<i>Panicum virgatum</i>	Especie silvestre domesticada

Región	Cultivos	Especies	Fuentes de diversificación	
Centro Sur	Chayote	<i>Sechium tacaco</i>	Especie reintroducida	
	Vainilla	<i>Vanilla cribbiana</i>	Especie reintroducida	
	Lupino	<i>Lupinus angustifolius</i>	Nueva especie introducida	
	Chabacano	<i>Prunus armeniaca</i>	Especie reintroducida	
	Palma de coco	<i>Cocos nucifera</i>	Nueva especie introducida	
	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Especie reintroducida	
	Amaranto	<i>Chenopodium quinoa</i>	Especie reintroducida	
	Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Especie reintroducida	
	Haba	<i>Vicia faba</i>	Especie reintroducida	
	Dalia		<i>Dahlia dissecta</i> × <i>Dahlia rupicola</i>	Especie silvestre domesticada
			<i>Dahlia brevis</i>	Especie silvestre domesticada
Pasto Switchgrass	<i>Panicum virgatum</i>	Especie silvestre domesticada		
Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>	Nueva especie introducida		
Noroeste	Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	Especie reintroducida	
	Garbanzo	<i>Cicer reticulatum</i>	Especie reintroducida	
Noreste	Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Especie reintroducida	
	Frijol Tepary	<i>Phaseolus acutifolius</i>	Especie reintroducida	
	Soya	<i>Glycine max</i>	Especie reintroducida	
	Amaranto	<i>Chenopodium quinoa</i>	Especie reintroducida	
	Pasto maralfalfa	<i>Pennisetum</i> sp.	Nueva especie introducida	
	Pasto Switchgrass	<i>Panicum virgatum</i>	Especie silvestre domesticada	
Sureste	Palma de coco	<i>Cocos nucifera</i>	Nueva especie introducida	

4.5.3. Actividades de premejoramiento

A nivel mundial los esquemas de mejoramiento genético de plantas se han utilizado de manera continua por décadas; si bien el punto de partida para el desarrollo de genotipos élite ha sido invariablemente el germoplasma de los agricultores, el proceso de mejoramiento, al realizarse de manera recurrente sobre los mejores individuos de cada generación, provoca una divergencia genética que se acentúa de manera inexorable a medida que se avanza en el proceso, de manera que el germoplasma original no tiene cabida de manera directa en el mejoramiento genético de germoplasma élite debido a que provocaría retrocesos en el desempeño promedio de los individuos resultantes.

Ante esta situación, es necesario introducir una actividad que enlace el tema de los recursos fitogenéticos con el de mejoramiento genético, a fin de hacer viable la transferencia de variabilidad genética útil al material élite, manteniendo las combinaciones alélicas presentes en dicho material elite, y es éste precisamente el papel que juega el premejoramiento (Nass y Paterniani, 2000), con la idea de que los materiales resultantes tengan las características favorables suficientes para ser incluidos en los programas de mejoramiento convencionales.

Al respecto, se registraron 106 programas de premejoramiento durante el periodo abarcado por el informe. La región Centro Sur registró el mayor número de programas de premejoramiento (46), seguida por la región Centro con 30 programas; en contraste, donde menos actividad se registró en este tipo de actividades es en las regiones Noroeste y Sureste, con solamente siete programas cada uno (Figura 1).

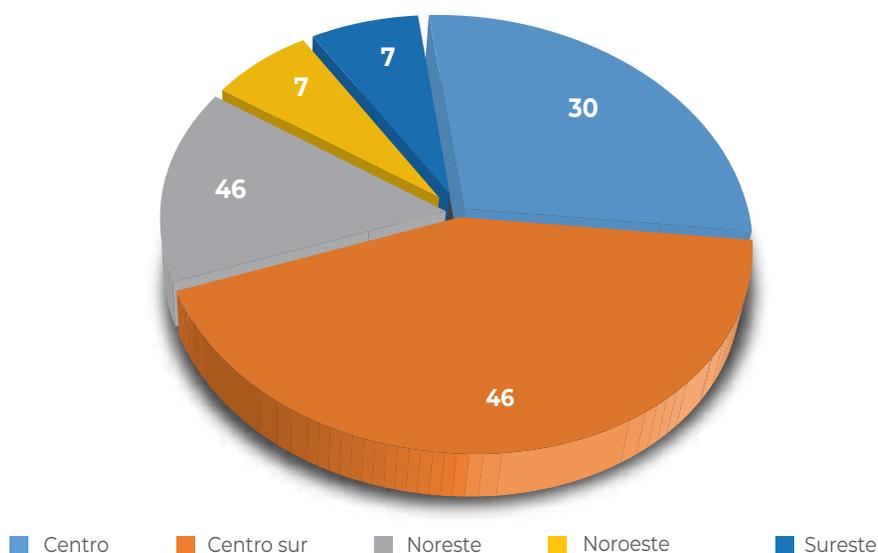


Figura 1. Número de programas de premejoramiento por región reportados por las diferentes instituciones de investigación agrícola del país.

El Cuadro 16 contiene información sobre el número de programas por región, desglosando los cultivos en que se trabajó en cada una de ellas; así, en la región Centro-Sur se registraron actividades en el mayor número de cultivos (19), seguida por la región Centro con 14 cultivos, mientras que donde menos se registraron actividades de este tipo fue en las regiones Noroeste y Sureste, donde solamente se atendieron seis y cinco cultivos, respectivamente.

Se reportaron actividades de premejoramiento en 42 cultivos, aunque en una alta proporción de ellos (27 de 42) se registró un solo programa. Destaca el caso de maíz y chile como los cultivos que mayor atención recibieron en este sentido a nivel nacional; en el caso del maíz se reportaron 19 programas de premejoramiento en total y se registró al menos un programa para este cultivo en cada una de las regiones en que se dividió al país; en el caso del chile, se reportaron 16 programas de premejoramiento en total, con actividad en cuatro de las cinco regiones, excepto en el Noreste del país (Cuadro 16).

Cuadro 16. Programas de premejoramiento por cultivo en las regiones del país, reportados por las diferentes instituciones de investigación agrícola del país.

Cultivo	Región					Total Nacional
	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	
Maíz	10	5	1	1	2	19
Chile	5	8	0	1	2	16
Orquídea	2	5	0	0	0	7
Vainilla	0	5	0	0	0	5
Frijol	2	0	2	0	0	4
Amaranto	0	4	0	0	0	4
Zacate, pasto	0	0	4	0	0	4
Aguacate	1	2	0	0	0	3
Chayote	0	3	0	0	0	3

Cultivo	Región					Total Nacional
	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	
Algodón	0	0	2	1	0	3
Trigo	0	0	1	2	0	3
Agave	2	0	0	0	0	2
Dalia	0	2	0	0	0	2
Jamaica	0	2	0	0	0	2
Jitomate	1	1	0	0	0	2
Ajonjolí	0	0	0	1	0	1
Caña de Azúcar	0	1	0	0	0	1
Cacao	0	0	0	0	1	1
Camote de cerro	1	0	0	0	0	1
Cempalxóchitl	0	1	0	0	0	1
Cocotero	0	1	0	0	0	1
Echeveria	0	1	0	0	0	1
Guanábana	1	0	0	0	0	1
Heliconias	0	0	0	0	1	1
Jatrofa	0	1	0	0	0	1
Jojoba	0	0	0	1	0	1
Lirio Azteca	1	0	0	0	0	1
Lisianthus	1	0	0	0	0	1
Girasol	0	1	0	0	0	1
Nardo	1	0	0	0	0	1
Sorgo	0	0	1	0	0	1
Pino	0	0	1	0	0	1
Romerito	0	1	0	0	0	1
Tomate de cáscara	0	1	0	0	0	1
Triticale	0	0	1	0	0	1
Yaca	1	0	0	0	0	1
Yuca	0	0	0	0	1	1
Nochebuena	0	1	0	0	0	1
Melón	0	0	1	0	0	1
Soja	0	0	1	0	0	1
Cebada	0	0	1	0	0	1
Zarzamora	1	0	0	0	0	1
Total	30	46	16	7	7	106

Con respecto a la continuidad de las actividades de premejoramiento en México, éstas han decaído de manera notable con respecto a lo reportado en el Informe Nacional de 2006, donde se reportaron 157 programas; es decir, el número actual de programas apenas representa alrededor de dos terceras partes de lo reportado en el año 2006, y fueron precisamente las regiones Noroeste y Sureste las que mayores reducciones registraron al pasar de 30 y 24 programas, respectivamente, a solamente siete. La única región donde se presentó un ligero avance en este tipo de actividades fue la región Centro, al pasar de 24 a 30 programas.

4.6. MEJORAMIENTO GENÉTICO

A nivel mundial, los métodos formales de mejoramiento genético registraron sus primeras acciones a finales del Siglo XIX, con el experimento clásico de Hopkins en la Universidad de Illinois sobre selección a largo plazo por contenido de aceite y proteínas en maíz (Dudley, 2007), cuya descripción corresponde a la modalidad de selección de familias de medios hermanos, conocida ahora como “mazorca por surco”. Posteriormente, desde finales de la década de los 1920s el mejoramiento genético se apuntalo con la introducción de manera comercial de cultivares híbridos (Troyer, 2004), primeramente, en maíz y después en otras especies.

4.6.1. Programas de mejoramiento genético en México

En México, las actividades de Mejoramiento genético ya se practicaban desde la década de los 1930s en el entonces Instituto de Investigaciones Agrícolas, pero tomaron mayor impulso en la siguiente década con el establecimiento de la Oficina de Estudios Especiales y su posterior fusión con el primero para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Ekboir *et al.*, 2003), ahora convertido en Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Se registraron 135 programas de mejoramiento genético durante el periodo que abarca el presente informe, en los cuales se incluyó un total de 55 cultivos. Destacan las regiones Centro Sur y Centro por el mayor número de programas, con 56 y 42, respectivamente, mientras que las regiones Sureste y Noroeste reportaron la actividad más baja en mejoramiento genético, con únicamente 12 y siete programas de mejoramiento genético, respectivamente (Figura 2).

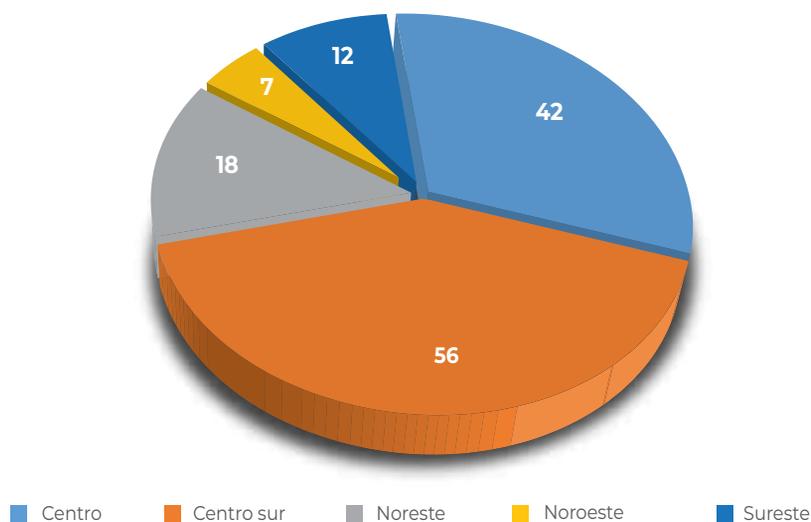


Figura 2. Número de programas nacionales que realizan actividades de fitomejoramiento en diferentes regiones de México.

Al analizar las actividades de mejoramiento genético por región y desglosado por cultivo, sobresale el hecho de que la mayor diversificación de programas de mejoramiento genético se presenta en la región Centro Sur donde se mejoran 30 cultivos y la región Centro con 17 de ellos, mientras que en el Sureste se realiza mejoramiento genético en ocho cultivos y en el Noroeste solamente en seis.

A nivel nacional, los cultivos con mayor atención en el tema de mejoramiento genético son maíz con 28 programas, chile con 11 programas y frijol con 10 (Cuadro 17). El cultivo del maíz es el único sobre el que se practica mejoramiento genético formal en las cinco regiones en que se dividió el país para fines del presente informe, mientras que frijol y algodón cuentan con programas de mejoramiento genético en las cinco regiones de estudio. De los 55 cultivos para los que se registraron programas de mejoramiento genético, en 32 de ellos solamente se registró un programa.

Cuadro 17. Programas de mejoramiento genético por cultivo en las regiones del país, reportados por las diferentes instituciones de investigación agrícola del país.

Cultivo	Región					Total Nacional
	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	
Maíz	14	9	1	2	2	28
Chile	4	4	0	0	3	11
Frijol	3	4	2	1	0	10
Agave	5	0	0	0	0	5
Vainilla	0	5	0	0	0	5
Algodón	1	1	1	1	0	4
Cactáceas	0	1	3	0	0	4
Pastos	0	0	4	0	0	4
Nardo	1	0	0	0	0	1
Jitomate	2	1	0	0	0	3
Aguacate	1	1	0	0	0	2
Cacao	0	0	0	0	2	2
Cocotero	0	2	0	0	0	2
Dalia	0	2	0	0	0	2
Jamaica	0	1	0	0	0	1
Papaya	1	0	0	0	1	2
Tomate de cáscara	0	2	0	0	0	2
Trigo	0	0	1	1	0	2
Amaranto	0	2	0	0	0	2
Girasol	0	2	0	0	0	2
Nochebuena	0	2	0	0	0	2
Nogal pecanero	0	2	0	0	0	2
Orquídeas	1	1	0	0	0	2
Achiote	0	0	0	0	1	1
Ajonjolí	0	0	0	1	0	1
Anonas	1	0	0	0	0	1
Azúcar, caña	0	1	0	0	0	1
Pino	0	0	1	0	0	1
Camote de cerro	1	0	0	0	0	1
Cebada	0	0	1	0	0	1
Cempoalxóchitl	0	1	0	0	0	1

Cultivo	Región					Total Nacional
	Centro	Centro Sur	Noreste	Noroeste	Sureste	
Chayote	0	1	0	0	0	1
Chía blanca	0	1	0	0	0	1
Chirimoya	0	1	0	0	0	1
Echevería	0	1	0	0	0	1
Guayaba	1	0	0	0	0	1
Haba	0	1	0	0	0	1
Heliconias	0	0	0	0	1	1
Jatropha	0	1	0	0	0	1
Jojoba	0	0	0	1	0	1
Lisianthus	1	0	0	0	0	1
Mango	1	0	0	0	0	1
Melón	0	0	1	0	0	1
Nardo	1	0	0	0	0	1
Nopal	0	1	0	0	0	1
Romerito	0	1	0	0	0	1
Saramuyo	0	0	0	0	1	1
Soja	0	0	1	0	0	1
Sorgo	0	0	1	0	0	1
Sorrel	0	1	0	0	0	1
Tamarindo	1	0	0	0	0	1
Tejocote	0	1	0	0	0	1
Triticale	0	0	1	0	0	1
Zapote negro	0	0	0	0	1	1
Zarzamora	0	1	0	0	0	1
Total	40	55	18	7	12	132

En un análisis comparativo sobre la actividad realizada en programas de mejoramiento genético reportada en el presente informe con respecto a lo reportado en el Informe Nacional de RFAA 2006 (Santacruz y De la O, 2006) se desprende que hubo una reducción muy acentuada, pues de un total de 225 programas de mejoramiento genético reportados en el año 2006 se redujo a un total de 132 programas en el presente informe, y de un total de 225 cultivos atendidos de acuerdo con el reporte de 2006, se observó una reducción a un total de 55 en el presente informe.

En el año 2006 el maíz fue el cultivo con el mayor número de programas de mejoramiento genético, y de hecho mantuvo esa categoría en el presente informe, aunque con la misma tendencia de reducción observada para la generalidad de los cultivos, al pasar de 49 programas a 28 en el periodo mencionado. La reducción arriba mencionada fue especialmente drástica en el cultivo de trigo, para el cual se registraron 14 programas activos de mejoramiento genético en el informe de 2006, mientras que en el presente informe solamente se registraron dos programas en activo.

4.6.2. Fitomejoradores en activo

Un indicador del nivel de dinamismo que guardan las actividades de mejoramiento genético de los cultivos en México es el número de fitomejoradores que se encuentran en activo. Al respecto, en el Cuadro 18 se registra un total de 302 fitomejoradores, 253 del sector público y 49 del sector privado. A primera vista, estos nú-

meros podrían considerarse como bajos si se toma en cuenta la gran riqueza de cultivos que México posee y la gran dispersión geográfica de los mismos en un mosaico muy variado de condiciones ecológicas, pues es necesario tomar en cuenta que el mejoramiento genético debe realizarse en la misma área agroecológica para la que se busca aplicar los resultados.

Cuadro 18. Número de fitomejoradores en activo en el sector público y el sector privado para los diferentes grupos de cultivos

Grupo de cultivos	Sector público	Sector privado
Cereales	53	22
Cultivos oleaginosos	11	0
Especies forrajeras y pratenses	56	0
Especies hortícolas	23	12
Frutales	38	11
Leguminosas de grano	27	2
Plantas estimulantes	8	0
Plantas medicinales, aromáticas y especias	8	2
Plantas para producción de azúcares	4	0
Plantas para producción de fibra	1	0
Raíces/tubérculos	2	0
Otro grupo de cultivos [†]	22	0
Total	253	49

[†]Ornamentales, pseudocereales (chía, amaranto y salvia)

4.6.3. Generación y registro de variedades mejoradas

En el periodo comprendido entre los años 2012 y 2019 se inscribieron 1,401 variedades vegetales en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (SNICS, 2020a), que es un requisito para la producción de semilla calificada por el SNICS. Las Variedades pertenecen a 60 cultivos, corresponden a 74 especies y fueron generadas por 96 organizaciones con actividades de mejoramiento genético. Del total de variedades generadas, tres fueron con inversión pública-extranjera, 553 con inversión pública/nacional, 233 con inversión privada/extranjera y 612 con inversión privada/nacional.

En el Cuadro 19 se muestran los cultivos con 10 o más variedades mejoradas durante el periodo 2012-2019 que se registraron en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (SNICS, 2020a). Se trata de 17 cultivos que en conjunto abarcan 1,263 variedades (90.1 % de las registradas para todos los cultivos en el periodo mencionado); siendo el maíz el cultivo con el mayor número de variedades registradas con 856 (61.1 % del total). En el Cuadro A1 se puede consultar la lista completa de especies con variedades registradas, donde contrastan cultivos como amaranto, chirimoya, pitahaya, aguacate, canola, cebolla, chayote, cilantro, lirio azteca, mandarina, mango, moringa, sandía, syngonio y zarzamora, donde sólo se registró una variedad para cada uno.

Cuadro 19. Cultivos con el mayor número de variedades registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales durante el periodo 2012 a 2019.

Cultivo	Nombre científico	Especies	Variedades	Instituciones
Maíz	<i>Zea mays</i>	1	856	37
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	1	85	11
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> , <i>T. durum</i>	2	59	10
Chile	<i>Capsicum annuum</i> , <i>C. chinense</i> , <i>C. frutescens</i> , <i>C. pubescens</i>	4	34	6
Café	<i>Coffea arabica</i> , <i>C. canephora</i>	2	29	3
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1	26	6
Jatropha	<i>Jatropha curcas</i>	1	21	4
Caña de azúcar	<i>Sacharum officinarum</i>	1	20	1
Tomate de cáscara	<i>Physalis</i> spp.	4	19	4
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	1	17	2
Pastos: Azuche, Paspalum, Banderita, Buffel	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> , <i>Paspalum</i> sp., <i>Bouteloua curtipendula</i> , <i>Cenchrus ciliaris</i>	4	16	2
Nopal	<i>Opuntia</i> spp. <i>O. megacantha</i> , <i>O. robusta</i>	3	15	1
Soya	<i>Glycine max</i>	1	15	6
Brachiaria	<i>Brachiaria</i> spp.	2	14	4
Durazno	<i>Prunus persica</i>	1	14	3
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	1	13	3
Jitomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	1	10	4

4.7. PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE SEMILLAS

4.7.1. Uso de semilla mejorada en los principales cultivos de México

La producción de semilla de una variedad mejorada representa la culminación de una cadena de esfuerzos para el aprovechamiento de los recursos fitogenéticos y representa una forma verdaderamente sostenible de aprovechamiento de este tipo de recursos, pues a través de su uso generalmente se propicia un incremento en la productividad echando mano de la optimización de procesos fisiológicos, sin menoscabo adicional de los recursos no renovables que se utilizan en la agricultura.

Para proporcionar una idea de la importancia que tiene en México la producción de alimentos a partir de semillas que son producto de mejoramiento genético, es necesario revisar algunas estadísticas del sector. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020), tomando a la generalidad de los 289 cultivos de los que se cuenta con estadísticas oficiales, en el año 2018 32.4 % de la superficie agrícola nacional se sembró con semillas criollas; ese porcentaje sobrepasó el 50 % en 11 de las 32 entidades

federativas, con prevalencias tan altas como 70.9 % en Yucatán, 80.6 % en la Ciudad de México y 87.4 % en Oaxaca; el restante 67.6 % se sembró con semilla mejorada producida por empresas e instituciones de investigación. Las cinco especies más extensamente cultivadas en México son maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum* sp.), frijol (*Phaseolus* sp.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y avena (*Avena sativa*). En el Cuadro 20 se muestra la cantidad de variedades que se utiliza de cada especie para cubrir el 80 % de la superficie cultivada a nivel nacional de cada uno de los cultivos.

El maíz es la especie más ampliamente cultivada y donde se utiliza la mayor cantidad de variedades; se estima que en este cultivo alrededor de un 70 % de la superficie se siembra con un alto número de variedades nativas que el agricultor conserva año con año de manera tradicional, sin haber sido sometidas a esquemas de mejoramiento genético convencional; en el 30 % restante se utiliza semilla mejorada de un total de 328 variedades, con base en aquellas en las que el SNICS califica semilla.

En el caso del cultivo de sorgo, el número de variedades utilizadas en los estados que en su conjunto sembraron al menos el 80 % de la superficie sembrada en 2019 se estimó con base en información de la Unidad SNICS Tamaulipas y Agendas Técnicas Agrícolas 2015 de los estados productores, Chihuahua, Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Durango, Estado de México y Zacatecas (SAGARPA, 2015a-h). Para frijol, el número de variedades se determinó con base en las estadísticas del SIAP (2019) sobre la superficie sembrada por variedad; en el caso de caña de azúcar la estimación del número de variedades fue a partir de la Nota Técnica Informativa de CONADESUCA (2016), mientras que en el caso de avena, se estimó con base en las variedades calificadas por el SNICS y las Agendas Técnicas Agrícolas 2016 de los estados que en su conjunto sembraron el 80 % de la superficie destinada a este cultivo.

Cuadro 20. Especies cultivadas con mayor superficie sembrada en México y sus variedades mejoradas.

No	Especie	Superficie Sembrada ha	Variedades mejoradas que cubren 80 % del total	Observaciones
1	<i>Zea mays</i>	7,730,724.87	328	Variedades de las que se certifica semilla ¹
2	<i>Sorghum</i> spp.	1,516,217.48	131	Agendas Técnicas 2016 e información de unidad SNICS Tamaulipas
3	<i>Phaseolus</i> spp.	1,415,661.91	7	Pinto saltillo, Negro San Luis, Otros negros, Jamapa, Flor de mayo, Azufrado, Flor de junio (SIAP, 2019)
4	<i>Saccharum officinarum</i>	884,426.20	5	CP 72-2086, Mex 69-290, Mex 79-431, ITV 92-1424 y RD 75-11 (CONADESUCA, 2016)
5	<i>Avena sativa</i>	766,209.67	16	Obsidiana, Agata, Avemex, Chihuahua, Cuauhtémoc, Karma, Bachiniva, Papigochi, Menonita, Babícora, Pampas, Rarámuri, Cusihiuriachi, Tarahumara, Tulancingo y Turquesa ¹ (Agendas Técnicas Agrícolas 2015)

De los cinco cultivos con mayor superficie sembrada en México, el que menor diversidad varietal utiliza es caña de azúcar, ya que el 80 % de la superficie sembrada de este cultivo se siembra con tan sólo cinco variedades, lo que representa una alta vulnerabilidad del sistema de producción de este cultivo.

¹ Datos generados por la Dirección de Certificación de Semillas del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas durante el año 2019.

Para el año 2019 el SIAP reportó (Cuadro 21) que el maíz es el cultivo con mayor superficie cosechada, pero sólo 45 % de dicha superficie se cultiva con semilla que cumple con la norma de calidad del sector formal de semillas, acorde a datos de certificación de SNICS. Se asume que la superficie restante; es decir la que no se cultiva con semilla del sector formal, utiliza semilla obtenida por el propio agricultor, a partir de generaciones avanzadas de semilla adquirida en el sector formal en temporadas anteriores o con semilla adquirida en el sector informal, incluyendo de manera muy generalizada el uso de semillas de variedades nativas que los agricultores han conservado por largos periodos, en ocasiones heredadas por siglos de generación en generación. Dicho cuadro solamente incluye cultivos anuales, por lo que algunos como la caña de azúcar que destacan por la superficie sembrada no aparecen en el mismo por tratarse de especies perennes.

En contraste, el trigo es el cultivo que presenta el mayor porcentaje (93 %) de superficie cultivada con semilla que cumple con la normatividad de calidad del sector formal (semilla certificada); en contraste con el bajo porcentaje (0.2 %) que presenta el cultivo de sorgo, donde la mayoría de la semilla que se utiliza en categoría “Declarada”, es de importación (Cuadro 21).

Cuadro 21. Superficie cosechada en 2019 y superficie sembrada con semilla calificada con datos del SNICS 2018 de los cinco cultivos anuales más cultivados.

No	Especie o grupo de especies*	Cultivo	Superficie Cosechada (ha)	Superficie cultivada con semilla categoría Certificada** (%)
1	<i>Zea mays</i>	Maíz	7,218,609	45
2	<i>Sorghum spp.</i>	Sorgo	1,471,167	0.2
3	<i>Phaseolus spp.</i>	Frijol	1,210,960	7
4	<i>Avena sativa</i>	Avena	748,976	31
5	<i>Triticum spp.</i>	Trigo	599,765	93

* De cada cultivo se incluyen tipos para diferentes usos. Maíz: grano, forrajero, palomero, semilla; Sorgo: grano, forrajero, escobero, semilla; Frijol: grano, forrajero, semilla; Avena: grano, forrajera, semilla; Trigo: grano, forrajero, ornamental, semilla.

** Calculada con base en la producción de semilla calificada por el SNICS en 2018, que es la semilla que presumiblemente se sembró en 2019.

4.7.2 Organizaciones con actividades de producción de semilla en México

El SNICS ha elaborado un Directorio de Obtentores Productores y Comercializadores de Semillas, de acuerdo con la versión más reciente (SNICS, 2020b), en dicho directorio se encuentran inscritos 732 actores en el sector de semillas a nivel nacional, de las cuales 261 corresponden a personas físicas y 471 a personas morales (Cuadro 22).

Cuadro 22. Número de actores en el sector de semilla y su distribución por región.

Región	Personas físicas	Personas morales	Total	%
Centro	24	72	96	13.1
Centro Sur	84	103	187	25.5
Noreste	105	100	205	28.0
Noroeste	40	176	216	29.5
Sureste	8	20	28	3.8
Total	261	471	732	100

Las regiones del país donde se concentran el mayor número de actores en semilla mejorada son el Noroeste con 29.5 % y Noreste con 28.0 %, ubicadas de manera general al norte del Trópico de Cáncer, lo que claramente corresponde a las zonas donde la agricultura comercial alcanza su mayor desarrollo; en contraste, la zona del Sureste cuenta con el menor número de actores en el sector de semilla mejorada con apenas el 3.8 %. Es importante señalar que algunas de las empresas, sobre todo las de mayor tamaño, si bien tienen registrado un domicilio fiscal único, su área de actividades suele extenderse a varias regiones.

Es importante resaltar la baja participación del sector público en la producción y distribución de semillas mejoradas, pues solamente se detectó actividad en este sector en cinco instituciones: 1) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 2) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 3) Universidad Autónoma de Guerrero, 4) Colegio de Postgraduados en sus Campus de Montecillo, Estado de México y Veracruz, y 5) Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX).

Cabe señalar que en el informe nacional 2006 en materia de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura no se recabó información sobre actividades de producción de semilla en las empresas y solamente se hizo para instituciones del sector público; aun así, en ese periodo se detectaron 15 programas de producción de semillas con ubicación en seis de éstos en el la región Centro Sur, tres en el Sureste, tres en el Centro, dos en el Noreste y uno en el Noroeste (Santacruz y De la O, 2006), por lo que es notoria la inercia de reducción de esta actividad en las instituciones oficiales, la cual ya se había detectado desde la década de los 1990s y que sin embargo es de suma importante reactivar, pues el sector público es el que puede encontrarse en mejor disposición de participar en el desarrollo de la agricultura de pequeña escala.



4.8. IMPULSO A LA UTILIZACIÓN DE RFAA

4.8.1. Promoción de variedades nativas y especies subutilizadas

El Cuadro 23 concentra un resumen del número de programas/proyectos/actividades implementados durante el periodo abarcado en el presente informe para promover el desarrollo y la comercialización de variedades de los agricultores y especies o cultivos infrautilizados en las diferentes regiones del país para el periodo del presente informe, los cuales resultan en un total de 102, con la región Centro Sur concentrando un poco más de la mitad del total de programas, proyectos o actividades al acumular 53 de éstos; en contraste con la región Noroeste, donde solamente se implementaron tres programas, proyectos o actividades al respecto.

Cuadro 23. Número de programas, proyectos o actividades para promover el desarrollo y comercialización de variedades nativas o especies subutilizadas, por cultivo en cada región.

Región	Cultivos	Programas /proyectos/actividades	Total
Centro	Maíz	5	22
	Chile	4	
	Frijol	3	
	Nopal	2	
	Aguacate	1	
	Agave	1	
	Amaranto	1	
	Calabaza	1	
	Garambullo	1	
	Guanábana	1	
	Jitomate	1	
	Piña	1	
	Centro Sur	Chayote	
Maíz		5	
Vainilla		5	
Frijol		3	
Jatropha		3	
Amaranto		2	
Bromelias		2	
Ciruela		2	
Nochebuena		2	
Quelítes		2	
Agaves		1	
Aguacate		1	
Anonaceas		1	
Café		1	
Calabaza		1	
Camote		1	
Cempoalxóchitl		1	
Chabacano		1	
Chia negra		1	

Región	Cultivos	Programas /proyectos/actividades	Total
Centro Sur	Chile	1	53
	Chipilín	1	
	Dalia	1	
	Echevería	1	
	Orquídeas	1	
	Pitahaya	1	
	Pitaya	1	
	Tejocote	1	
	Tigridia	1	
	Tomate de cáscara	1	
	Verdolaga	1	
Noreste	Maíz	3	7
	Cactáceas ornamentales	1	
	Chile	1	
	Frijol	1	
	Amaranto	1	
Noroeste	Maíz	2	3
	Trigo	1	
Sureste	Cacao	5	17
	Ciruela mexicana (jobo)	4	
	Maíz	3	
	Verdolaga	2	
	Calabaza	1	
	Chile	1	
	Yuca	1	
Total			102

4.8.2. Políticas de impulso a la utilización de RFAA

Como parte de las actividades realizadas para promover el desarrollo y comercialización de las variedades nativas de los agricultores y especies subutilizadas, la Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) implementó el “Programa de Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura” durante los años 2012 y 2013, y el “Programa de Innovación, Investigación, Desarrollo Tecnológico y Educación” en 2014 (Cuadro 24), a través de los cuales se canalizaron recursos para la atención de la estrategia del “Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la agricultura (SINAREFI)”, que ejecutaba el Servicio Nacional de Semillas (SNICS). Como parte de esta estrategia se contaba con la “Macro Red Impulso” que trabajó sobre el aprovechamiento sostenible de cultivos como achiote (*Bixa orellana*), quelites (más de 250 especies), romerito (*Suaeda edulis*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) y yuca (*Manihot esculenta*), los cuales corresponden a especies denominadas por la FAO como “subutilizadas”, es decir, especies de la biodiversidad agrícola que son de importancia local y regional para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.

Durante el año 2015 la SAGARPA implementó el “Programa de Innovación, Investigación, Desarrollo Tecnológico y Educación (PIDETEC)” y del 2016 al 2018 el “Programa de Fomento a la Agricultura” en los cuales se contemplaba el componente de Recursos Genéticos Agrícolas, con apoyo a proyectos de conservación, caracterización, promoción y uso sustentable de los RFAA.

En el 2019 se implementó el Programa Federal “Sembrando vida” como parte de la Política Social del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2020, el cual incentiva a los sujetos agrarios a establecer sistemas productivos agroforestales, el cual combina la producción de los cultivos tradicionales en conjunto con árboles frutícolas y maderables, y el sistema de Milpa Intercalada entre Árboles Frutales (MIAF).

Cuadro 24. Políticas públicas a nivel nacional que promovieron el desarrollo y comercialización de variedades nativas (variedades de los agricultores) y especies infrautilizadas.

Año(s)	Programa	Tema promovido
2012-2013	Programa de Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura (Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura).	Desarrollo y comercialización de variedades de los agricultores/variedades nativas. Desarrollo y comercialización de especies infrautilizadas.
2014	Programa de Innovación, Investigación, Desarrollo Tecnológico y Educación (Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura).	
2015	Programa de Innovación, Investigación, Desarrollo Tecnológico y Educación (PIDETEC).	
2016-2018	Programa de Fomento a la Agricultura.	
2019	Programa Sembrando Vida.	

4.9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El flujo de germoplasma constituye un indicador fidedigno del nivel de utilización de los recursos fitogenéticos en un sistema agrícola. Para el caso de México, el sistema presenta dinamismo, con un volumen de flujo de 32,912 muestras transferidas a los usuarios por los bancos de germoplasma nacionales durante el periodo del informe, que aumenta hasta 52,157 muestras si se considera la participación de bancos de germoplasma internacionales con operaciones en México. Los principales receptores de las muestras de germoplasma son agricultores u organizaciones de éstos y universidades y centros de investigación nacionales; sin embargo, este dinamismo se redujo con respecto a las cifras reportadas en el informe nacional 2006. Es necesario fortalecer el sistema a fin de impulsar diferentes actividades para las que se solicita germoplasma, desde el estudio y conservación hasta el uso sostenible de recursos fitogenéticos.
- En México se realizan actividades variadas para profundizar en el conocimiento de los recursos fitogenéticos y así abrir posibilidades para su uso potencial. En el periodo del presente informe se realizaron actividades de caracterización en 157 especies cultivadas, con mayor dinamismo en las regiones Centro y Centro Sur del país; así mismo, se realizaron 450 estudios de clasificación de los recursos fitogenéticos en las diferentes regiones del país, siendo la región Sureste donde se realizó el mayor volumen de actividades, en contraste con las regiones del Noreste y Noroeste donde la actividad fue muy reducida. Los cultivos que mayor atención recibieron fue el maíz con 141 estudios principalmente en la región Sureste y el aguacate con 43 estudios, principalmente en la región Centro. Adicionalmente, se identificó un grupo de variedades de los agricultores con potencial de comercialización, donde destaca nuevamente el cultivo del maíz.

- Existen actividades de ampliación de la base genética de especies cultivadas; dichas actividades estuvieron focalizadas a 42 cultivos, así como actividades en 106 programas de premejoramiento, también en 42 cultivos entre los que destacan maíz y chile. De la misma manera, se registró la introducción de tres nuevas especies cultivadas provenientes de otros países, de 14 especies silvestres recién domesticadas y reintroducidas en las diferentes regiones del país, cuyo material se obtuvo de los bancos de germoplasma.
- Se registraron en nuestro país 135 programas de mejoramiento genético durante el periodo que abarca el presente informe, en los cuales se incluyó a un total de 55 cultivos. Los programas de mejoramiento genético están mayormente concentrados en las regiones Centro Sur y Centro y en los cultivos de maíz, chile y frijol. Existe una declinación muy marcada de esta actividad con respecto al periodo que abarcó el informe nacional en la materia de 2006, sobre todo en el sector oficial. Debido a que el mejoramiento genético representa una de las formas más tangibles y ambientalmente amigables de aprovechamiento de los recursos fitogenéticos, es altamente recomendable reforzar este tipo de actividad.
- En México existe capacidad instalada para la producción y distribución de semillas; sin embargo, no resulta suficiente para cubrir la totalidad de la superficie con semilla de variedades mejoras. Las instituciones del sector oficial tienen una participación sumamente discreta, por lo que se recomienda su revitalización en razón de que son dichas instituciones las más indicadas para incursionar en las áreas de temporal que es donde mayor es el requerimiento de semillas de calidad.
- En los últimos años se han impulsado actividades y políticas tendientes a elevar el nivel de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos en el país; sin embargo, éstas han tenido un carácter intermitente, por lo que se hace necesario establecer esfuerzos sostenidos en esta materia a fin de potenciar el uso de la gran diversidad genética vegetal existente en México.



4.10. BIBLIOGRAFÍA

- Bains N. S., S. Singh and B. S. Dhillon. 2012. Enhanced utilization of plant genetic resources in crop improvement programmes. *Indian Journal of Plant Genetic Resources* 25(1): 52-62.
- CIAT, Universidad Nacional de Colombia, Bioversity International. 2007. Multi-Institutional Distance Learning Course on the ex situ Conservation of Plant Genetic Resources. CIAT, Universidad Nacional de Colombia, Bioversity International. Cali, Colombia. 283 p.
- CICEGBS, Construcción Internacional de Capacidades para la Evaluación y Gobernanza de la Biología Sintética. 2018. Secuencias genéticas digitales: tema clave para el Convenio sobre Diversidad Biológica. Construcción Internacional de Capacidades para la Evaluación y Gobernanza de la Biología Sintética. 9 p. http://www.synbiogovernance.org/wp-content/uploads/2018/06/ETC_DigitalSequenceInformationSpanish_3F-reduced.pdf (Septiembre, 2020).
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2020. Centros de plantas cultivadas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México. México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion/centrosPlantas> (Noviembre, 2020).
- CONADESUCA, Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. 2016. Variedades con mejores rendimientos de las zonas cañeras en México. Nota Técnica Informativa. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114367/Nota_Informativa_Febrero_2016_Variedades_con_Mejores_Rendimientos_de_las_Zonas_Caeras_en_Mexico.pdf (Octubre, 2020).
- Cuevas S., J. A. 2014. Banco nacional de germoplasma vegetal *In: Mesa de Trabajo Banco de germoplasma, riqueza biológica y plantas originarias*. I. Pedraza C. (ed.). Comisión de Autosuficiencia Alimentaria, Senado de la República. Ciudad de México. pp: 25-36 (https://www.senado.gob.mx/comisiones/autosuficiencia_alimentaria/docs/Banco_germoplasma.pdf) (Septiembre 2020).
- Cuevas S., J. A., E. Cedillo P., A. Muñoz O. y P. Vera C. 1998. Lecturas en etnobotánica. Programa Nacional de Etnobotánica. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 495 p.
- Dudley J. W. 2007. From means to QTL: The Illinois long-term selection experiment as a case study in quantitative genetics. *Crop Science* 47: S20-S31, <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.04.0003IPBS>
- Ekboir J., J. A. Espinosa G., J. J. Arellano E., G. Moctezuma L. y A. Tapia N. 2003. Análisis del Sistema Mexicano de Investigación Agropecuaria. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F. 34 p.
- Gautam P. L., B. B. Singh, S. Saxena and R. K. Sharma. 2004. Collection, conservation and utilization of plant genetic resources. *In: Plant Breeding: Mendelian to Molecular Approaches*. H. K. Jain and M. C. Kharkwal (eds.). Springer. Dordrecht, The Netherlands. pp: 657-690, https://doi.org/10.1007/978-94-007-1040-5_28
- Gepts P. 2006. Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Science* 46: 2278-2292.
- Hawkes J. G., N. Maxted and B. V. Ford-Lloyd. 2000. Plant Genetic Resource Utilization. *In: The Ex Situ Conservation of Plant Genetic Resources*. J. G. Hawkes, N. Maxted and B. V. Ford-Lloyd. Springer. Dordrecht, The Netherlands. pp: 135-145, https://doi.org/10.1007/978-94-011-4136-9_10
- Hernández X., E. 1988. La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior* 38: 673-678.
- Lépiz I. R. y E. Rodríguez G. 2020. Los recursos fitogenéticos de México. *In: Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2020*. L. Córdova T. y J. F. De la Torre S. (eds.). Secretaría de Agricultura. Ciudad de México.
- López-Austin A. y L. López-Luján. 1996. El Pasado Indígena. Fondo de Cultura Económica-El Colegio de México. México, D. F. 306 p.
- Moctezuma P. S., J. M. Pérez S. y M. G. Rivera H. 2015. Aportes alimenticios de los agroecosistemas tradicionales en el México rural. *In: La Crisis Alimentaria y la salud en México*. S. Padilla L. (coord.). Castellanos Editores. Toluca, Estado de México. pp: 85-102.
- Muñoz O., A., S. Miranda C., J. A. Cuevas S., A. Santacruz V. y S. Sánchez D. 2009. Resistencias, Prehistoria, Historia, y Diferencias de Teocintle a Maíz. Impresos América. Texcoco, Edo. de México. 109 p.
- NAS, National Academy of Sciences. 1972. Genetic Vulnerability of Major Crops. National Academy of Sciences. Washington, D. C. 307 p.
- Naas L. L. and E. Paterniani. 2000. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. *Scientia Agricola* 57: 581-587, <https://doi.org/10.1590/S0103-9016200000300035>
- Rzedowsky J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *In: Diversidad Biológica de México. Orígenes y distribución*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Instituto de Biología. UNAM, México D.F. pp: 129-145.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015a. Agenda Técnica Agrícola Chihuahua. <https://es.scribd.com/document/385872372/Agenda-Tecnica-Chihuahua-OK-pdf>
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015b. Agenda Técnica Agrícola Durango. https://issuu.com/senasica/docs/10_durango_2015_sin
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015c. Agenda Técnica Agrícola Estado de México. https://issuu.com/senasica/docs/15_edomex_2015_sin
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015d. Agenda Técnica Agrícola Guanajuato. https://www.academia.edu/38697003/Agenda_T%C3%A9cnica_Guanajuato_OK
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015e. Agenda Técnica Agrícola Michoacán. https://issuu.com/senasica/docs/16_michoacan_2015_sin
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015f. Agenda Técnica Agrícola Sinaloa. https://issuu.com/senasica/docs/25_sinaloa_2015_sin
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015g. Agenda Técnica Agrícola Tamaulipas. https://issuu.com/senasica/docs/28_tamaulipas_2015_sin
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2015h. Agenda Técnica Agrícola Zacatecas. https://issuu.com/senasica/docs/32_zacatecas_2015_sin
- Santacruz V., A y M. De la O O. 2006. Utilización de los recursos fitogenéticos. *In: Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006*. J. C. Molina M. y L. Córdova T. (eds.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, Estado de México. pp: 109-129.
- Santacruz-Varela A., L. Córdova-Télez, C. A. Hernández-Galeno y M. Rocandio-Rodríguez. 2013. Diferencias alélicas entre poblaciones de teocintle y maíz cultivado. *Memorias Reunión Nacional de Maíces Criollos*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. p: 62.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza. 2009. Capital Natural de México. Síntesis: Conocimiento Actual, Evaluación y Perspectivas de Sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 100 p.
- SCDB, Secretará del Convenio de la Diversidad Biológica. 2008. La Biodiversidad y la Agricultura. Salvaguardando la Biodiversidad y Asegurando Alimentación para el Mundo. Secretará del Convenio de la Diversidad Biológica. Montreal. 54 p.

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2020. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola 2018. Semilla mejorada y semilla criolla. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. http://infosiap.siap.gob.mx/opt/agricultura/tecnologia/Sup_semilla_mejorada_Criolla_2018.xlsx (Septiembre 2020).

SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. 2020a. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://datastudio.google.com/reporting/5b7206ba-el90-48fe-9696-73523bfccf58/page/itBWB> (Octubre 2020).

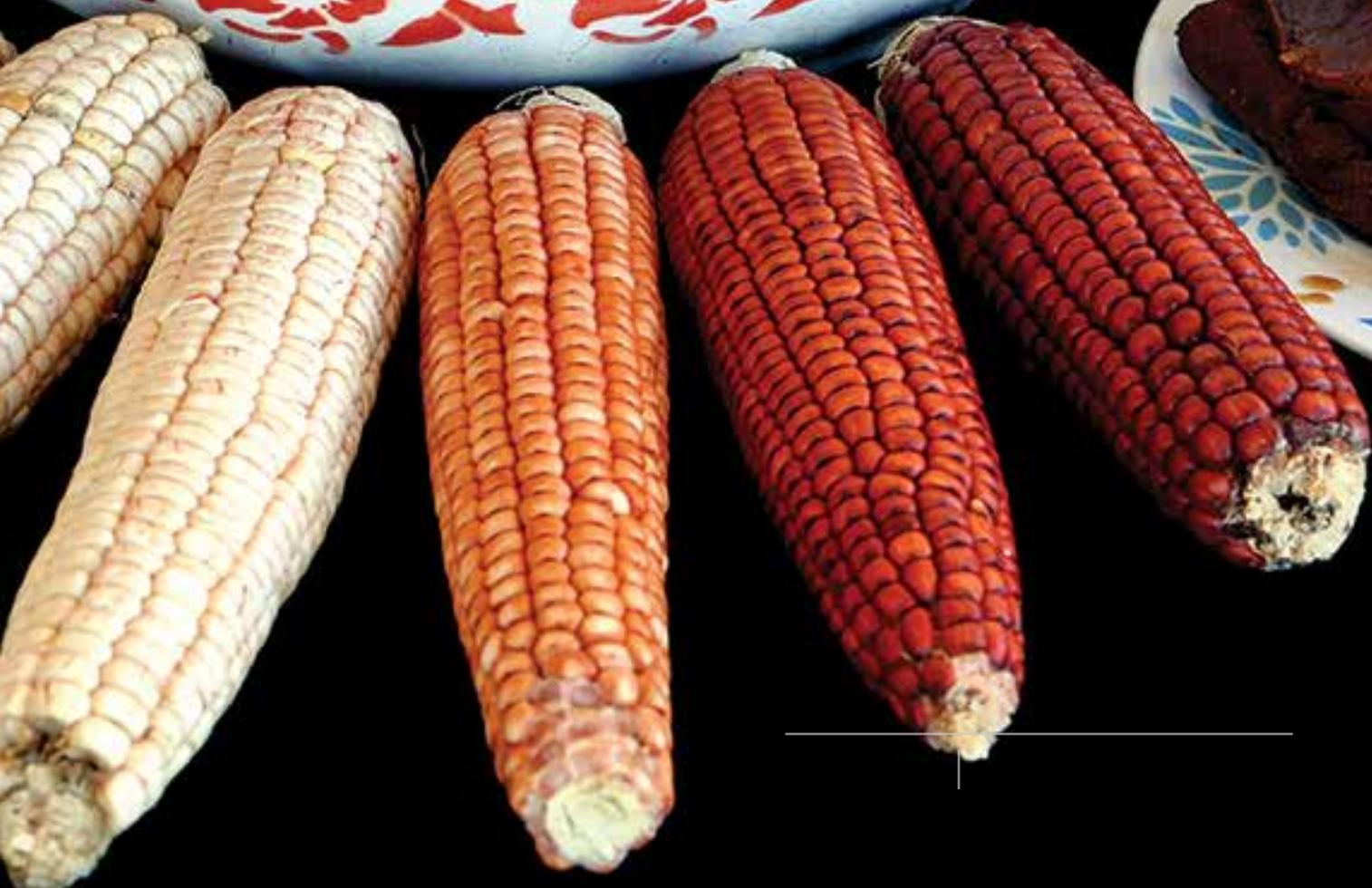
SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. 2020b. Directorio de Obtentores Productores y Comercializadores de Semillas 2020. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/545865/DPOCS_2020-FINISH-web.pdf (Octubre 2020).

Troyer A. F. 2004. Background of U.S. hybrid corn II. Breeding, climate, and food. *Crop Science* 44: 370-380, <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.3700>

Vavilov N. I. (1992). *Origin and Geography of Cultivated Plants*. D. Löve (trans.). Cambridge University Press. Cambridge, UK. 552 p.

Villaseñor J. L. y E. Ortiz. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(Supl. Ene): S134-S142, <https://doi.org/10.7550/rmb.31987>





Anexo 1. Cultivos con variedades registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales durante el periodo 2012 a 2019.

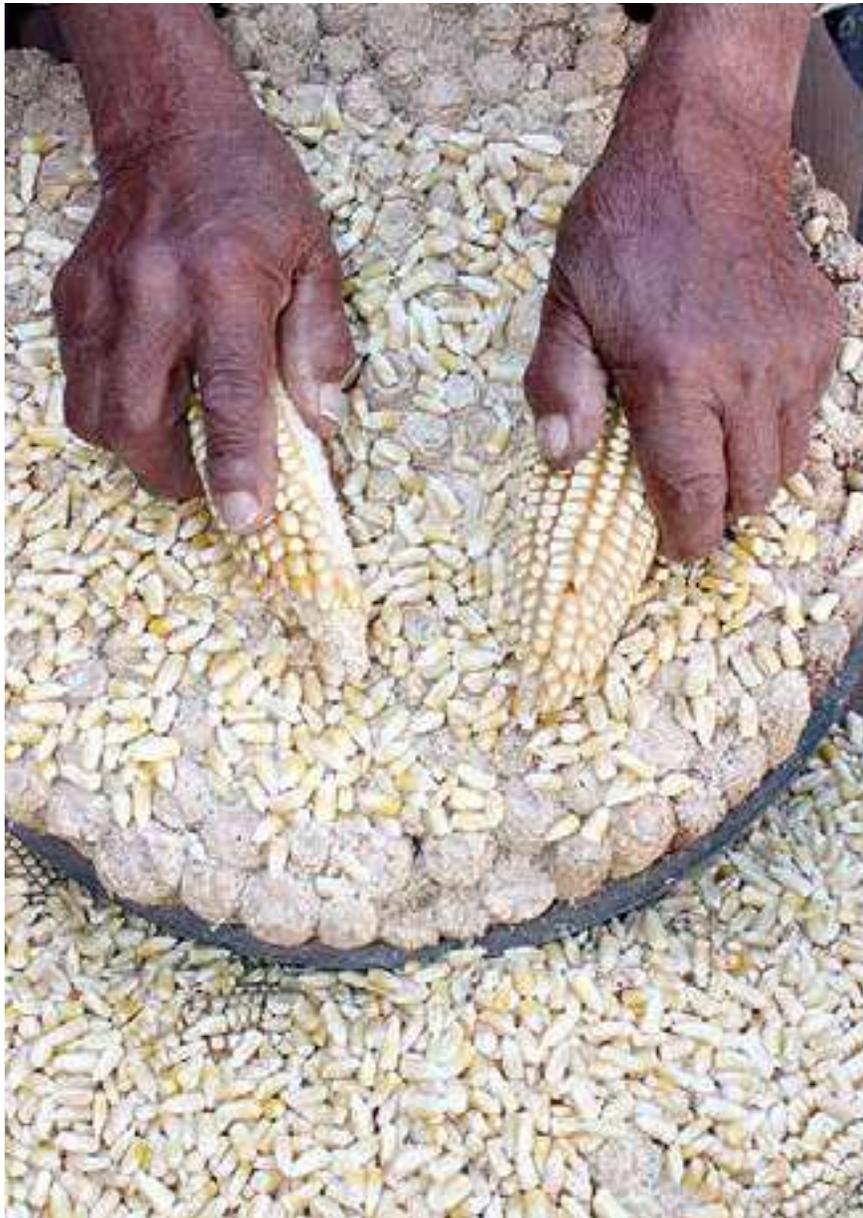
Cultivo	Nombre científico	Especies	Variedades	Instituciones
Maíz	<i>Zea mays</i>	1	856	37
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	1	85	11
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> , <i>T. durum</i>	2	59	10
Chile	<i>Capsicum annuum</i> , <i>C. chinense</i> , <i>C. frutescens</i> , <i>C. pubescens</i>	4	34	6
Café	<i>Coffea arabica</i> , <i>C. canephora</i>	2	29	3
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1	26	6
Jatropha	<i>Jatropha curcas</i>	1	21	4
Caña de azúcar	<i>Sacharum officinarum</i>	1	20	1
Tomate de cáscara	<i>Physalis</i> spp.	4	19	4
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	1	17	2
Pastos: Azuche, Paspalum, Banderita, Buffel	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> , <i>Paspalum</i> sp., <i>Bouteloua curtipendula</i> , <i>Cenchrus ciliaris</i>	4	16	2
Nopal	<i>Opuntia</i> spp. <i>O. megacantha</i> , <i>O. robusta</i>	3	15	1
Soya	<i>Glycine max</i>	1	15	6
Brachiaria	<i>Brachiaria</i> spp.	2	14	4
Durazno	<i>Prunus persica</i>	1	14	3
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	1	13	3
Jitomate	<i>Solanum lycopersicon</i>	1	10	4
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	1	9	2
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	1	9	1
Agave	<i>Agave</i> spp.	1	8	5
Cártamo	<i>Carthamus tinctorium</i>	1	6	2
Haba	<i>Vicia faba</i>	1	6	1
Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	1	6	1
Xoconostle	<i>Opuntia</i> spp.	1	6	1
Avena	<i>Avena sativa</i>	1	4	2
Dalia	<i>Dahlia</i> spp.	1	4	2
Echeveria	<i>Echeveria gibbiflora</i> , <i>E. palida</i>	2	4	1
Fresa	<i>Fragaria × ananassa</i>	1	4	2
Gerbera	<i>Gerbera</i> spp.	1	4	1
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	1	3	3
Cacahuete	<i>Arachis hypogaea</i>	1	3	1
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	1	3	2
Crisantemo	<i>Chrysanthemum</i> spp.	1	3	3
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	1	3	1
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	1	3	2
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	1	3	1
Mijo	<i>Pennisetum glaucum</i>	1	3	1
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	1	3	2
Papaya	<i>Carica papaya</i>	1	3	2
Romerito	<i>Suaeda edulis</i>	1	3	1
Triticale	<i>x Triticosecale</i>	1	8	2
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	1	3	1
Ajo	<i>Allium sativum</i>	2	2	2
Amaranto	<i>Amaranthus</i> spp.	1	2	1
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	1	2	1
Pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i>	1	2	1

Cultivo	Nombre científico	Especies	Variedades	Instituciones
Portainjerto de jitomate	<i>Solanum lycopersicon</i>	1	2	1
Portainjerto lima-limón	<i>Citrus spp.</i>	1	2	1
Aguacate	<i>Persea americana</i>	1	1	1
Canola	<i>Brassica napus</i>	1	1	1
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	1	1	1
Chayote	<i>Sechium edule</i>	1	1	1
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	1	1	1
Lirio azteca	<i>Sprekelia formosissima</i>	1	1	1
Mandarina	<i>Citrus deliciosa</i>	1	1	1
Mango	<i>Mangifera indica</i>	1	1	1
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	1	1	1
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i>	1	1	1
Syngonio	<i>Syngonio podophyllum</i>	1	1	1
Zarzamora	<i>Rubus spp.</i>	1	1	1
TOTAL		75	1401	169



CAPÍTULO 5

CREACIÓN DE CAPACIDADES INSTITUCIONALES Y HUMANAS SOSTENIBLES



|

5.1. RESUMEN

En México del 2012 al 2020 fue un periodo de cambio en la creación de capacidades en recursos fitogenéticos de la historia del país. En el 2012 se inauguró el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) que alberga a uno de los bancos de conservación más grandes del mundo. El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) se implementó a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA, antes SAGARPA) y fue el principal mecanismo de coordinación para la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos fitogenéticos del país con financiamiento directo del gobierno federal hasta el 2013. La unidad funcional del SINAREFI fueron las redes por cultivo, grupos de cultivo o temática, que se ordenaron en cinco Macroredes: Frutales, Hortalizas, Cultivos de Impulso, Ornamentales y Básicos e Industriales, así como la Red de Maíz y la de Centros de Conservación. Las redes se organizaron aprovechando la capacidad instalada en las instituciones públicas y privadas, asociaciones y grupos de productores con un fin común. Las 45 redes del SINAREFI en su Plan Estratégico establecieron y desarrollaron acciones de creación de capacidades. Actualmente un Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura dentro de AGRICULTURA fue creado y es el encargado de planear la continuación de las actividades de las redes nacionales.

En México existen 562 actores académicos que documentan, conservan y usan a las plantas para la alimentación y la agricultura. En el país existen 315 instituciones de educación superior que imparten las carreras de Biología y Agronomía, que integran en su mayoría disciplinas relacionadas con la Agrobiodiversidad y recursos genéticos.

El SNICS es responsable del Catálogo Nacional de Variedades Vegetales y de la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales, donde se registran las variedades de uso público y privado respectivamente. Durante el periodo de este reporte, 323 compañías u organizaciones solicitaron registro de 1,400 variedades de uso común y 1,836 con derecho de obtentor.

En la estructura de AGRICULTURA, el SNICS es el punto focal para el intercambio y acceso a la información en RFAA, el INIFAP y la CONABIO participan también en foros internacionales. México pertenece a la Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI), a la Red del Caribe de Recursos Fitogenéticos (CAPGERNET) y a la Red de Norteamérica de Recursos Fitogenéticos (NORGEN) por medio del INIFAP; aunque la participación en estas redes es ahora poco activa. El país participa en actividades de la Comisión de Recursos Genéticos de la FAO como miembro del grupo de países de América Latina.

5.2. INTRODUCCIÓN

En el marco del Segundo Plan de Acción Mundial (PAM) para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, el gobierno de México por medio de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA) adoptó 18 acciones e indicadores para llevarlo a cabo. Del 2012 al 2020 ha sido un periodo de

cambio en la creación de capacidades en recursos fitogenéticos de la historia del país. En el 2012 comenzó a operar el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) que alberga a uno de los bancos de conservación más grandes del mundo (INIFAP, 2015). Durante gran parte de este periodo operó el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de AGRICULTURA y fue el principal mecanismo de coordinación para la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos fitogenéticos del país. La unidad funcional del SINAREFI fueron redes por cultivo, grupo de cultivo y temática, agrupadas en Macroredes y aprovechando la funcionalidad de grupos interinstitucionales e interdisciplinarios (SNICS, 2018). Las 45 redes del SINAREFI en su Plan Estratégico que tomó como base el Plan de Acción Mundial, consideraron acciones de creación de capacidades que se describirán enseguida. Actualmente el Comité Sectorial en Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura es el ente de AGRICULTURA responsable de la planeación futura en este campo.

5.3. INSTITUCIONES

México es un país federal donde existen instituciones de carácter estatal, regional, nacional e internacional, que trabajan en temas de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. En el país al año 2019 se tienen 315 instituciones que trabajan en temas de RFAA, de carácter gubernamental (Secretarías de Estado), privado, estatal, regional e internacional (Figura 1).

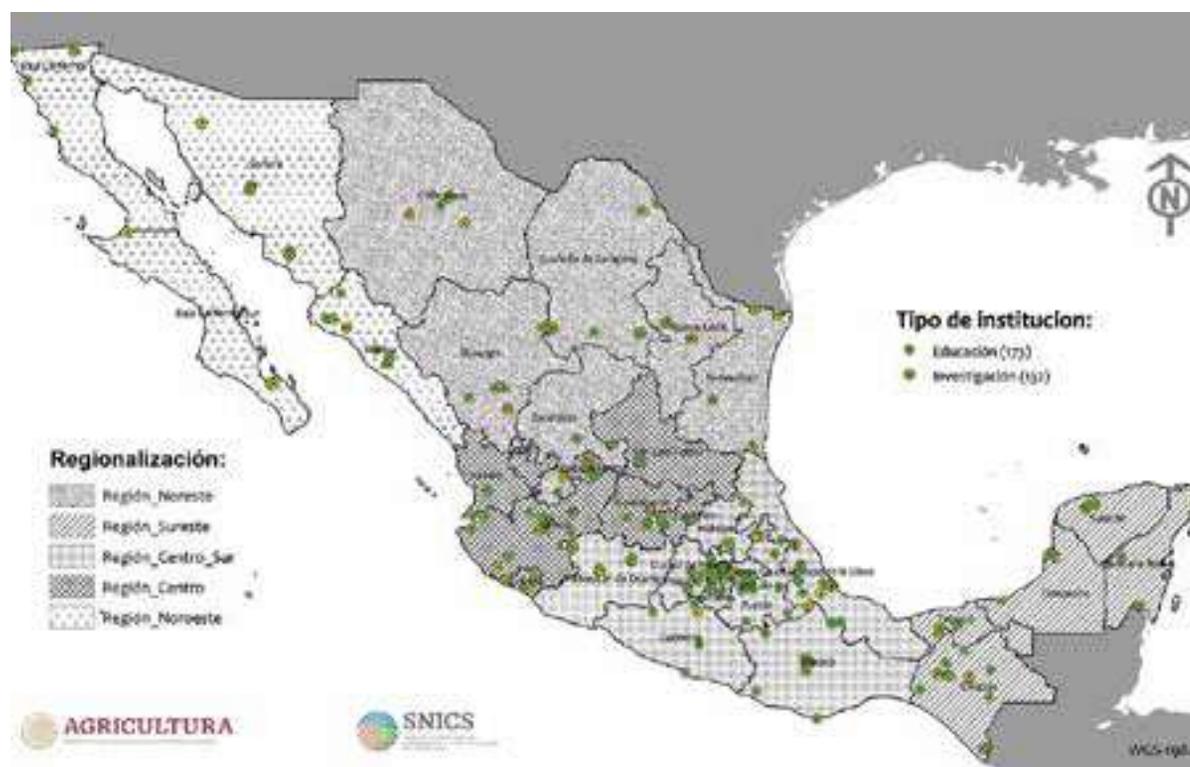


Figura 1. Distribución de la capacidad institucional instalada de RFAA en México.

Desde el informe nacional de recursos fitogenéticos en México de 2006, el país creció 53.7 % su capacidad institucional instalada (Molina y Córdova, 2006). En la región Centro Sur se localiza 48.9 % de la infraestructura instalada, seguido de la región Centro con 17.5 % y la región Sureste con 12.4 % (Figura 2) (Molina y Córdova, 2006).

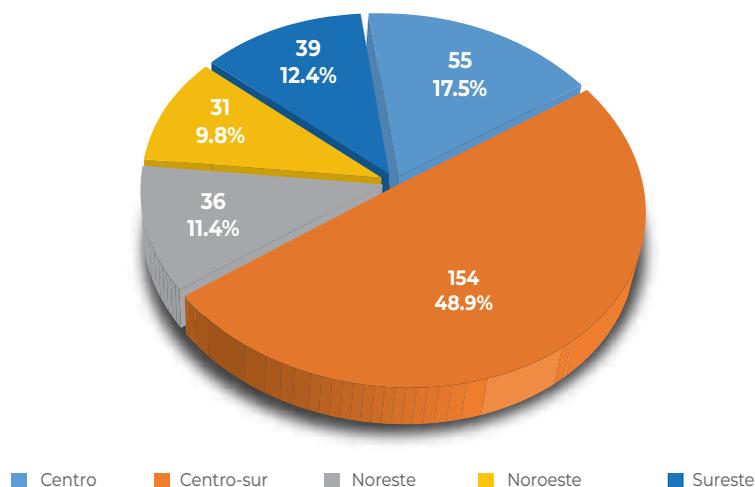


Figura 2. Distribución de instituciones por regiones que trabajan en RFAA en México.

Entre las instituciones de enseñanza-investigación destaca el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con presencia de Centros Experimentales, la Universidad Autónoma Chapingo (UACh) a través de los Centros Regionales, los Institutos Tecnológicos de cada entidad federativa y las Universidades Autónomas de los estados.

Del incremento en capacidad instalada en México destacan la región Centro Sur, con un registro de 87 instituciones más, es decir, 130 % y la región Noreste donde se cuenta ahora con 12 instituciones más, lo que representa 50 % de incremento regional. La tendencia a incrementar capacidad no es generalizada en el país, en la región Sureste, por ejemplo, se registra una disminución de seis instituciones, al pasar de 45 en 2006 a 39 en el año 2020 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de la capacidad institucional instalada años 2006 vs 2020.

Región	Cifras reportadas en informe 2006	Cifras reportadas en informe 2020	Número de instituciones adicionales	Incremento por región (%)
Centro	44	55	11	25
Centro Sur	67	154	87	130
Noreste	24	36	12	50
Noroeste	25	31	6	24
Sureste	45	39	-6	-13
			110	53.7

AGRICULTURA es la Secretaría de Estado encargada de los planes y acciones de los recursos genéticos, aunque no exclusivamente. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) fomenta tam-

bién acciones de conservación y uso de la Biodiversidad en reservas naturales y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que es un organismo intersectorial, ejecuta acciones ligadas a la Agrobiodiversidad en sentido amplio. Es importante anotar que cada uno de los 32 Estados del país, por su parte, cuenta con representaciones de la Secretarías de Agricultura y del Ambiente que participan en acciones locales con financiamiento propio.

5.3.1. AGRICULTURA

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA) es la principal entidad encargada de las acciones de Creación de Capacidades para la gestión de los recursos genéticos relacionados con la alimentación y la agricultura en el país. La mayor parte de los tratados en este tema, acuerdos y convenios con la FAO son ejercidos por AGRICULTURA. En esta labor participan organismos que forman parte de su estructura como el SNICS, INIFAP, UACH, CP y el Centro de Integración de la Biodiversidad (AGRICULTURA, 2020).

El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA), es en México, el punto focal designado como coordinador de las actividades en materia de RFAA, con fundamento en el artículo 101 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación en mayo de 2001 y vigente al periodo que abarca el informe (SNICS, 2018).

En el 2002, en México, a través del SNICS, se formalizó el financiamiento de Redes en Recursos Fitogenéticos con base en el compromiso adquirido como país signatario del Primer Plan de Acción Mundial de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, de la Comisión de Recursos Genéticos de la FAO. Con este fin, se creó el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), que en el 2012 ya operaba con 44 Redes organizadas en cinco Macroredes, que recibieron financiamiento gubernamental hasta el 2013. Durante el periodo que implica este informe, el SINAREFI como resultado de los proyectos que ejecutó siguiendo las áreas estratégicas y líneas de acción del Primer Plan de Acción Mundial, implementó diferentes actividades en el área de creación de capacidades y de sensibilización pública con participación de instituciones gubernamentales, privadas, investigadores, productores, amas de casa y niños. Con esta iniciativa se produjeron videos, calendarios, carteles, comics, loterías, ferias nacionales y regionales. El apartado correspondiente a las redes contiene información detallada de las mismas (SNICS, 2018).

El SNICS fungió como instancia ejecutora para el Componente de Recursos Genéticos Agrícolas de las Reglas de Operación de la SAGARPA (ahora AGRICULTURA) hasta el 2013; a partir de 2014 dejó de realizar esta función y a partir de 2015 las redes sometieron sus proyectos acorde a lo establecido con las Reglas de Operación de SAGARPA en el Componente Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola, en el Incentivo de Innovación y Desarrollo Tecnológico, en específico para el concepto de incentivo IV; Proyectos para la conservación, salvaguarda de los recursos fitogenéticos nativos e identificación de nuevos usos.

El SNICS implementó el Sistema de Información Mexicano de Bancos de Germoplasma (BanGERMex) en coordinación con la Universidad Autónoma Chapingo a partir de una plataforma anterior denominada Germocalli. El BanGerMex sirvió de base para la iniciativa del Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SINARGEN) (BanGERMex, 2020). Con la actual integración del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura se están reorganizando las actividades para garantizar su continuación. Este Comité busca también la definición de la postura de México para la adhesión al Tratado Internacional de

Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) y otros compromisos internacionales (AGRICULTURA, 2020).

En julio de 2016 por iniciativa del SNICS se formalizó el Sistema Nacional de Semillas (SINASEM), que se contempla en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) (DOF 15-06-2007). El objeto de este Sistema es articular la concurrencia, participación, cooperación y complementación de los sectores público, social y privado involucrados en la conservación, investigación, producción, certificación, comercialización, fomento, abasto y uso de semillas, donde los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura son un elemento fundamental. El SINASEM se integra por representantes de AGRICULTURA, productores y comercializadores de semillas, obtentores, fitomejoradores, Comités Consultivos Estatales de Semillas, asociaciones de agricultores, instituciones de enseñanza superior, de investigación y extensión. Una de las temáticas impulsadas por el SINASEM es alinear la investigación, innovación y el desarrollo tecnológico de variedades vegetales y de semillas a las prioridades nacionales de la política agroalimentaria y aprovechando el potencial fitogenético de México, derivado de que la base para los programas de mejoramiento genético son los recursos fitogenéticos. México por su gran diversidad tiene un acervo importante de estos recursos, pero no se ha logrado potencializar su aprovechamiento para la generación de nuevas variedades (SNICS, 2018).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) es la institución del país dedicada a la investigación agrícola, en la que los recursos fitogenéticos son parte importante de su trabajo. El instituto tiene ocho Centros de Investigación Regionales (CIRs), 38 Campos Experimentales, cinco Centros de Investigación Disciplinaria (CENIDs) y el Centro Nacional de Recurso Genéticos (CNRG) (INIFAP, 2015).

La construcción del **Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG)** en Tepatitlán, Jalisco (Figura 3) representó un parteaguas en la gestión de los recursos fitogenéticos del país, al poner en marcha uno de los Bancos de Germoplasma más grandes del mundo. El establecimiento del CNRG fue propuesto como un componente central del Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SINARGEN) con el propósito de preservar de manera apropiada y sistemática las colecciones del germoplasma (semillas, plántulas, tejidos, células somáticas, gametos, embriones, ácidos nucleicos, etc.) como reserva estratégica para la conservación, mejoramiento e investigación, para el uso racional en beneficio de la sociedad, y en el caso de un evento catastrófico, prevenir la pérdida de genes y asegurar la sobrevivencia de especies útiles (INIFAP, 2015).



Figura 3. Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México (Foto proporcionada por INIFAP).

La construcción y equipamiento del CNRG se formalizó con una inversión de 396.5 millones de pesos, ubicado en el Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco del INIFAP, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. Se inauguró en marzo de 2012 bajo la administración del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) con las siguientes características (INIFAP, 2015):

1. Liderar el esfuerzo nacional, inter-institucional en conservación de Recurso Genéticos para la Alimentación y la Agricultura.
2. Integra los componentes Agrícola, Pecuario, Microbiano, Acuático y Forestal.
3. Se enfoca en la conservación a largo plazo tanto de especies mexicanas, como de especies introducidas.
4. Se articula con el SINARGEN y otros bancos de germoplasma nacionales e internacionales.
5. Colabora en proyectos de investigación.
6. Usa bases de datos compatibles para intercambiar y compartir información con otros centros de conservación.
7. Intercambia materiales a nivel nacional e internacional.

Cuadro 2. Capacidad instalada del CNRG (INIFAP, 2015)

Instalación	Capacidad
Cuarto frío largo, mediano y corto plazo	<ul style="list-style-type: none"> • Dos cámaras frías (-18°C) con volumen total de 746.4 m³ • Sistemas de anaqueles móviles de alta densidad.
Crioconservación	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad estimada para 373,200 accesiones de semillas.
Crioconservación	<ul style="list-style-type: none"> • 10 contenedores de N2 L con capacidad para 90,000 muestras.
Cámara Lento Crecimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Cuatro cuartos fríos para preservación de plantas in vitro bajo condiciones de crecimiento mínimo. <ul style="list-style-type: none"> · Dos para especies tropicales (10-20 °C). · Dos para especies templadas (5-15 °C). · Volumen total: 396.4 m³ · Capacidad estimada: 198,000 plántulas.

El Centro de Integración de la Biodiversidad es una estrategia creada por AGRICULTURA en cumplimiento de los acuerdos alcanzados en la 13ª Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. El Centro pretende constituir un primer paso para integrar la biodiversidad en las actividades productivas del sector alimentario mexicano. El Centro es uno de los primeros resultados del proyecto Integración de la Biodiversidad en la Agricultura Mexicana, que inició a finales del 2016 y tiene como objetivo integrar los valores de la diversidad biológica y de los ecosistemas en los instrumentos de decisión y de planificación de actores clave públicos y privados del sector (AGRICULTURA, 2020).

El Centro de Integración de la Biodiversidad comenzó a funcionar el siete de marzo de 2018. El proyecto se realiza a través de AGRICULTURA y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, y Seguridad Nuclear (BMU) y es financiado por la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI, por sus siglas en alemán). Los socios del proyecto son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU

Medio Ambiente) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (AGRICULTURA, 2020).

5.3.2. SEMARNAT

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se encarga de diseñar, planear, ejecutar y coordinar las políticas públicas en materia de recursos naturales, ecología, saneamiento ambiental, agua, pesca y sustentabilidad urbana. Entre las acciones que implican a los recursos genéticos destaca la de la subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental para fortalecer la implementación nacional del Protocolo de Nagoya. A comunidades se les apoya en el proceso de facilitación y asesoría para que cada localidad desarrolle su Protocolo Comunitario Biocultural (PCB). Los pueblos indígenas y las comunidades locales definen los mecanismos de protección, gestión y uso sustentable de sus recursos genéticos y sus conocimientos tradicionales asociados a éstos, así como los esquemas de distribución de beneficios que potencialmente resulten de su utilización. Hoy cuentan con su PCB las comunidades de Ek Balam, en Yucatán; San José de los Laureles, en Morelos; Isla Yunuen, en Michoacán; Calpulálpam de Méndez, en Oaxaca; Punta Chueca y Desemboque, en Sonora, pertenecientes a los pueblos Maya, Náhuatl, Purépecha, Zapoteca y Seri, respectivamente; así como en las comunidades locales del Ejido Charape La Joya, en Querétaro; y de Mesón Viejo y Chiltepec de Hidalgo, en el Estado de México (SEMARNAT, 2020).

Los PCB son un elemento del proyecto dirigido a la creación de capacidades en los sectores relacionados con la conservación, la investigación y la utilización de los recursos genéticos mexicanos. Así mismo, se capacitó a 676 personas con miras a la implementación nacional del Protocolo de Nagoya, entre ellos 400 funcionarios de las Delegaciones Federales de SEMARNAT, SAGARPA, CONANP, CDI e IMPI de la Región Sur, Noreste, Noroeste y Centro, en los estados de Yucatán, Jalisco, Guanajuato, y la Ciudad de México. Además, se capacitó a 120 investigadores y científicos de las redes CONACYT sobre la implementación del Protocolo de Nagoya y su esquema simplificado para las actividades de investigación. Este proyecto recibió financiamiento del Fondo Mundial de Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) por 2.5 millones de dólares a ejercerse en 36 meses a partir del primer trimestre de 2017. La agencia implementadora y administradora de estos fondos fue el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Su implementación coadyuva al cumplimiento de distintos compromisos internacionales, incluyendo el Plan Estratégico 2011-2020 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en especial la Meta 16 de Aichi, así como las metas 2.5 y 15.6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 (COP13, 2020).

5.3.3. CONABIO

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es un organismo intersecretarial, integrada por la participación de 10 Secretarías; la de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) así como por las de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA), Bienestar, Economía (SE), Educación Pública (SEP), Energía (SENER), Hacienda y Crédito Público (SHCP), Relaciones Exteriores (SRE), Salud y Turismo (SECTUR) (CONABIO, 2020).

La CONABIO trabaja en una línea base para determinar los centros de origen y diversidad genética sobre algunas especies nativas de México como maíz, amaranto, chile, calabaza, chayote, algodón, xoconostle, aguacate, tomate verde, cempasúchil, vainilla, papaya y frijol de cultivos originarios y sus parientes silvestres. De manera particular la CONABIO desarrolla el Proyecto Agrobiodiversidad mexicana con recursos del Fondo para el Me-

dio Ambiente Mundial desde agosto 2018 y continuará hasta julio 2023. Se trata de un proyecto nacional con algunas acciones locales de tipo participativo. El proyecto se ejecuta en municipios y comunidades seleccionadas de los estados de Chiapas, Chihuahua, Michoacán, Oaxaca, Yucatán y Ciudad de México (CONABIO, 2020).

Las Acciones del proyecto son cuatro a saber:

1. Información y conocimiento de 12 plantas nativas y sus parientes silvestres.
2. Fortalecimiento de capacidades locales.
3. Políticas públicas.
4. Valoración de la Agrobiodiversidad y vínculos al mercado.

5.3.4 Centros de Educación Superior

Las Universidades, tanto las de ámbito nacional como las estatales representan el principal pilar de los grupos de investigación en recursos fitogenéticos en México (Cuadro 3). La Universidad Autónoma Chapingo, el Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero y el Colegio de Postgraduados son las instituciones de educación superior vinculadas estructuralmente a la AGRICULTURA (AGRICULTURA, 2020).

La Universidad Autónoma Chapingo (UACH) es una institución pública de educación media-superior y superior en México, encargada de la enseñanza e investigación en las ciencias agronómicas y ambientales. Los estudiantes de prácticamente todas las carreras de la UACH cursan materias sobre recursos fitogenéticos, con especial énfasis en la Etnobotánica y los académicos participan en todas las redes nacionales de recursos genéticos. La Universidad mantiene el Banco Nacional de Germoplasma Vegetal (BANGEV) (UACH, 2020).

El Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CsaeGro), proporciona servicios educativos en la rama agropecuaria, a nivel superior y medio superior, para formar profesionistas y técnicos agropecuarios. Por su posición geográfica, el CsaeGro, se enfoca en los sistemas de producción del sur del país donde los recursos genéticos son la base de la producción (CSAEGRO, 2020).

El Colegio de Postgraduados (CP) es una institución educativa mexicana dedicada a la educación de posgrado (Maestría y Doctorado), investigación y vinculación en ciencias agropecuarias. Entre los 26 programas de posgrado del CP destaca el de Botánica y el de Recursos Genéticos y Productividad por ostentar la máxima calificación (Competencia Internacional) en la escala de medición del CONACYT (COLPOS, 2020).

En México existen 423 instituciones relacionadas con carreras Biológicas y Agronómicas en el nivel de licenciatura y 226 con el nivel de posgrado. Al igual que las instituciones de la AGRICULTURA, el aprendizaje de la conservación y uso de los recursos genéticos forma parte de sus contenidos curriculares. Derivado de los resultados de 305 encuestas aplicadas para el presente informe, durante el periodo 2012-2019, 288 actores ejecutaron proyectos relacionados con los RFAA. De estas personas, 122 (42.4 %) concluyeron un programa de Doctorado, 26 (9 %) un programa de Maestría o Licenciatura durante el periodo del informe. De los encuestados 51 % asistieron a seminarios o cursos relacionados en RFAA (Cuadro 3). De los 122 profesionistas identificados que concluyeron un programa de Doctorado, se encontró que el mayor número se concentra en la Región Centro Sur con 110, es decir, el 90 %. En cuanto a los profesionistas que concluyeron un programa de Maestría o Licenciatura, la Región Centro Sur registra el mayor número con 17 profesionistas de 26 registrados. En relación a los profesionistas que asistieron a seminarios o cursos en materia de RFAA, la Región Centro Sur sobresale al registrar 132 de 148 profesionistas, es decir, el 89 % de los profesionistas registrados (Cuadro 3).

Los profesionistas encuestados trabajan en 35 instituciones de enseñanza e investigación. Las regiones que concentran estas instituciones son la región Centro Sur 192 (66.7 %), seguido de la región Centro con 54 (19 %) y la región Noroeste con 20 (7 %). El INIFAP registra el mayor número de profesionistas en RFAA con 56 (19.5 %), seguido de la Universidad Autónoma Chapingo con 25 (9 %) y el Colegio de Posgraduados con 23 (8 %).

Cuadro 3. Recursos humanos consultados relacionados en materia de RFAA en México.

Región	Número de instituciones	Número de profesionales de RFAA	Número de profesionales de RFAA que completaron un programa de doctorado	Número de profesionales de RFAA que completaron un programa de maestría o licenciatura.	Número de profesionales de RFAA que asistieron a seminarios y cursos en RFAA.
Centro	10	54	7	4	8
Centro Sur	14	192	110	17	132
Noroeste	3	14	1	2	2
Noreste	5	20	2	1	3
Sureste	3	8	2	2	3
Total	35	288	122	26	148

5.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

La creación y/o utilización de sistemas de información por parte de las instituciones responsables de la gestión de los recursos genéticos en México responde a las necesidades particulares de las mismas y a las colaboraciones, nacionales e internacionales, que las instituciones tienen establecidas. Enseguida describimos los principales Sistemas de Información en RFAA en México.

5.4.1 Germocalli-BANGERMEX

El Sistema de Información llamado GERMOCALLI, del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), fue la plataforma que sirvió al SINAREFI para el manejo de datos curatoriales, nomenclaturas y geográficos de las accesiones colectadas por las Redes que integraron el Sistema. Albergó un total de 15,847 accesiones, de 470 especies de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Viendo la necesidad e importancia de contar con un sistema más amplio y que integrará la información de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura disponibles en la Red de Centros de Conservación de Germoplasma con los que cuenta el país, en el 2018 bajo la iniciativa del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, en colaboración con la Red Temática Mexicana de Recursos Fitogenéticos (REMEFI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), así como de diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales, se creó el Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano (BANGERMEX) <http://162.243.160.96:8080/Sbd-Germoplasma/bancos>. Con la implementación del BANGERMEX se retomaron los avances logrados en GERMOCALLI y se amplió la información disponible en los datos pasaporte de 18 bancos de germoplasma. El Sistema alberga un total de 36,783 registros. En el cuadro 4 se describen los registros de cada banco de germoplasma albergados en BANGERMEX. Para la implementación del BANGERMEX se im-

partió un curso de capacitación a los curadores de los Bancos de Germoplasma para el manejo del Sistema de las siguientes instituciones: Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Universidad de Guadalajara (UDG), el CICTAMEX, así como representantes de instituciones de Gobierno (BANGERMEX, 2020).

Cuadro 4. Relación de los 18 centros de conservación de RFAA en México y número de registros ingresados a sus sistemas de información.

No	Centro de Conservación	Número de registros (accesiones)
1	Centro de Conservación-Semillas Ortodoxas "Región Centro" (BANGEV)	14,059
2	Centro de Conservación-Semillas Ortodoxas "Región Norte"	12,99
3	Centro de Conservación-Semillas Ortodoxas "Región Occidente"	11,893
4	Centro de Conservación-Semillas Ortodoxas "Región Sur Sureste"	4,030
5	Centro de Conservación-Semillas Ortodoxas "Valles Centrales"	1,000
6	Centro de Conservación-Semillas Recalcitrantes "Clima Subtropical"	1,531
7	Centro de Conservación-Semillas Recalcitrantes "Clima Templado"	266
8	Centro de Conservación-Semillas Recalcitrantes "Clima Tropical"	274
9	Colección de Campo "Tigridia"	101
10	Colección de Trabajo "Agaves"	445
11	Colección de Trabajo "Chayote"	245
12	Colección de Trabajo "Guayaba"	133
13	Colección de Trabajo "Orquídeas" (UV)	1,013
14	Colección de Trabajo "Papaya"	76
15	Colección de Trabajo "Pitaya"	30
16	Colección de Trabajo "Saramuyo"	30
17	Colección de Trabajo "Tejocote"	166
18	Colección de Trabajo "Vainilla"	192
	Total general	36,783

De las 36,783 accesiones registradas en el BANGERMEX, el 100 % cuenta con datos de georreferenciación, destaca que 14,157 corresponden a variedades de los agricultores o denominadas variedades nativas; sin embargo, no se encuentran caracterizadas ni morfológicamente ni agronómicamente, lo que representa un potencial latente.

Las instituciones relacionadas con actividades en RFAA en México aportan información a sistemas de información de carácter regional o internacional. En el Cuadro 5 se enlistan las 15 principales instituciones y los sistemas de información regionales o internacionales con los que se relacionan. Destaca que cinco instituciones aportan información a sistemas de carácter internacional, por ejemplo, la Universidad Veracruzana (UV) aporta información al sistema de la Bóveda Global de Semillas de Svalbard (Svalbard Global Seed Vault). La Universidad Autónoma Chapingo (UACH), aporta información a la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad. El Campo Experimental Iguala (CEIGUA) del INIFAP contribuye con información al sistema de información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En el aspecto nacional o regional, 10 instituciones contribuyen con información de RFAA principalmente al BANGERMEX.

Cuadro 5. Instituciones que contribuyen con información de RFAA a sistemas de información regional o internacional.

No	Nombre de la institución	Sistema de información al que aporta información de RFAA	Tipo	Frecuencia de las actualizaciones
1	Grupo Interdisciplinario de Investigación en <i>Sechium edule</i> en México, A.C. (GISeM)	BANGERMEX	Regional	Anual
2	Centro Regional Universitario Oriente (CRUO)	Banco de Germoplasma Internacional	Internacional	Cada tres años o más
3	Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF)	BANGERMEX	Regional	Anual
4	Universidad Veracruzana (UV)	Bóveda Global de Semillas de Svalbard (Svalbard Global Seed Vault)	Internacional	Cada tres años o más
5	Campo Experimental Saltillo (CESAL)	Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV)	Internacional	Anual
6	Universidad Autónoma Chapingo (UACH)	BANGERMEX	Regional	Anual
7	Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos (CP)	BANGERMEX	Regional	Anual
8	Campo Experimental Iguala (CEIGUA)	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	Internacional	Anual
9	Campo Experimental Saltillo (CESAL)	CONABIO-CNRC	Regional	Anual
10	Universidad de Guadalajara (UDG)	BANGERMEX	Regional	Anual
11	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	BANGERMEX	Regional	Anual
12	Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)	BANGERMEX	Regional	Anual
13	Colegio de Postgraduados, Campus Puebla	BANGERMEX	Regional	Anual
14	Universidad Autónoma Chapingo (UACH) (BANGEV)	Red Mundial de Información sobre Biodiversidad	Internacional	Mensual
15	Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX)	BANGERMEX	Regional	Anual

En términos de la regionalización, derivado de las encuestas aplicadas, se encontró que las instituciones de la región Centro Sur son las principales instituciones que aportan información a los sistemas de información ya sea de carácter regional o internacional (Cuadro 6). En contraparte, en la región Sureste ninguna institución aporta información a los sistemas de información citados.

Cuadro 6. Número de instituciones por región que aportan información a sistemas de información de RFAA.

No	Región	Número de instituciones	Sistema de información internacional o regional
1	Centro	1	Regional
2	Centro Sur	11	Regional e Internacional
3	Noroeste	1	Internacional
4	Noreste	2	Regional e Internacional
5	Sureste	0	Ninguno
	Total	15	

5.4.2. Registro de Innovaciones vegetales CNVV-DOV

En México existen dos formas de registrar las innovaciones vegetales, en la Gaceta oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales (DOV) y en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV); la primera confiere exclusividad en su aprovechamiento, mientras que la segunda no. Ambas se realizan en

el SNICS, el registro DOV bajo la normatividad de la Ley Federal de Variedades Vegetales y su Reglamento que tiene como base el Acta de UPOV de 1978 (SNICS, 2020) y el registro CNV bajo la normatividad de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas, como un requisito para multiplicar semilla en categoría Certificada. Cabe resaltar que estos registros no son excluyentes, lo que significa que existen variedades con ambos registros. Durante el período del informe, 110 instituciones registraron innovaciones vegetales en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, de las cuales, 79 (72 %) fueron instituciones privadas y 31 (28 %) instituciones públicas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resumen de las instituciones, cultivos y variedades en el CNV y DOV.

Concepto	CNV	DOV
Instituciones	110	213
Cultivos	64	120
Variedades	1,400	1,836

Del 2012 al 2020 se registraron 1,400 innovaciones vegetales de 64 cultivos en el país en el CNV. De estas, 518 (37 %) fueron de instituciones públicas y 882 (63 %) de privadas. Las principales instituciones públicas que registraron variedades son: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) con 198 variedades; el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con 91; la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) con 64; el Colegio de Postgraduados (COLPOS) con 37; el Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA, A. C) con 20; Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. (CIATEJ) con 17; La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) con 16; Colegio De Postgraduados/Fundación Salvador Sánchez Colín Cictamex, S. C. con 11; Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) con 10; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) con 6 y el resto de las 21 empresas con 48 variedades (Figura 4).

De las instituciones privadas destaca PHI México, S. A. de C. V., con 230 variedades; Dow Agrosciences de México, S. A. de C. V. con 129; Seminis Vegetable Seeds, INC., con 96; Monsanto Company con 50; Agrícola Nuevo Sendero, S. P. R. de R. L. con 39; HM Clause Inc. con 35; Semillas Berentsen, S. A. de C. V. con 26; Novasem Innovaciones, S. A. de C. V. con 21; Syngenta Agro, S. A. de C. V. con 15; Dr. Ciro G. S. Valdés Lozano con 14 y el resto de las 69 instituciones privadas con 216 variedades (Figura 5).

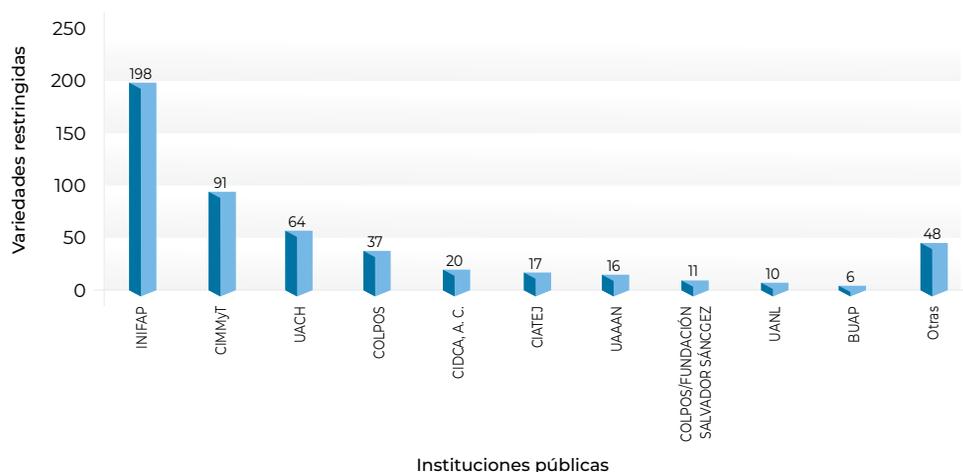


Figura 4. Principales instituciones públicas con registro de variedades en el CNV.

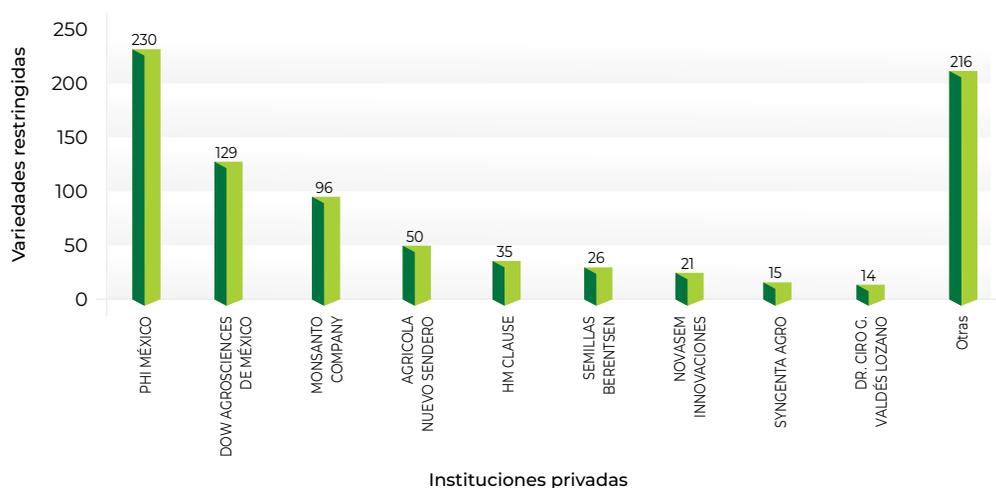


Figura 5. Principales instituciones privadas con registro de variedades en el CNVV.

En la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor (DOV), durante el período del informe, 213 instituciones registraron innovaciones vegetales: 185 (87 %) fueron instituciones privadas y 28 (13 %) instituciones públicas. Bajo esta figura se registraron 1,836 innovaciones vegetales de 120 cultivos. De las instituciones públicas con el mayor número de registros son: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) con 212 variedades; la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) con 62; el Colegio de Postgraduados (COLPOS) con 24; el Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA, A. C) con 20; The Regents of The University of California con 16; la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) con 16; la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) con 11; la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con ocho; Universidad de Guadalajara (UDG) con seis; The Board of Trustees of the University of Arkansas con cinco y el resto de las 18 instituciones públicas con 36 variedades vegetales (Figura 6).

De las instituciones privadas destaca Pioneer Hi-bred International, Inc. con 117 variedades; Nunhems B.V. con 104; Seminis Vegetable Seeds, INC. con 102; Driscoll´s, Inc. con 97; Anthura, B.V. con 87; Asem Inaciones, S.A. de C.V. con 39; Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel, B.V. con 34; Pioneer Overseas Corporation con 32; HM. Clause, Inc. con 29; Agrícola Nuevo Sendero, S.P.R. de R.L. con 24 y el resto de las 175 instituciones privadas con 709 variedades vegetales (Figura 7).



Figura 6. Principales instituciones públicas con registro de variedades en el DOV.

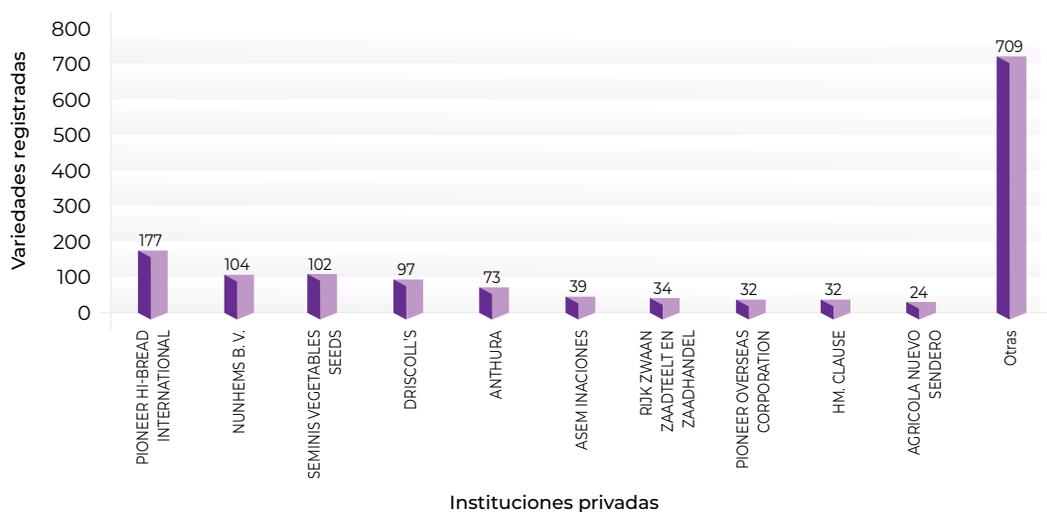


Figura 7. Principales instituciones privadas con registro de variedades en el DOV.

México forma parte del convenio de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, por sus siglas en inglés), colabora en los grupos técnicos de trabajo de esta institución intergubernamental a través de representantes de diversas instituciones de investigación coordinados por el SNICS. Actualmente se tiene un convenio con la Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales de la Unión Europea para que, a través del SNICS se realicen los exámenes de distinción, homogeneidad y estabilidad de variedades vegetales (DHE) de Aguacate y Jatropha. Este convenio se refrendó en 2015 con vigencia a 2020. En 2016 se firmó un memorándum de entendimiento con el Ministerio de cultura de Japón para el intercambio de resultados de exámenes DHE de manera gratuita entre ambas naciones. Un tema a destacar son los Talleres Internacionales DHE que se realizan en México sobre el tema de derechos de obtentor. En particular el Taller Internacional sobre la Distinción, Homogeneidad y Estabilidad (DHE), que ha logrado el interés regional. El taller proporciona las bases metodológicas para las pruebas de DHE en el campo, así como en el procedimiento técnico-administrativo involucrado en las solicitudes de registro, tanto en variedades privadas nuevas como en aquellas de uso común o dominio público. Este evento ha contado con asistentes provenientes de 16 países de América Latina (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay).

5.4.3. Grin Global

El INIFAP estableció una colaboración con el IPGRI (Bioversity International) para utilizar la plataforma del Grin Global. El fin de adoptar esta plataforma fue para hacer más accesible la información de las colecciones de los Bancos de Germoplasma del Instituto. Con lo anterior se logró incorporar al sistema GRIN-Global datos estandarizados de las accesiones mantenidas en los bancos INIFAP, incluyendo al CNRG, que permitió darlas a conocer y fomentar el acceso para su utilización. La información incluye la relativa a sus bancos de germoplasma activos de numerosas especies vegetales, los bancos a corto, mediano y largo plazo, los bancos *in vitro* de germoplasma y huertos semilleros clonales. Esto involucra a ocho Centros de Investigación Regionales (CIRs), 38 Campos Experimentales, cinco Centros de Investigación Disciplinaria (CENIDs) y el CNRG. Actualmente se cuenta con 21,000 accesiones capturadas en dicho sistema (INIFAP, 2015).

5.4.4. BIOTICA-SNIB

La CONABIO, por la naturaleza de su trabajo, ha recabado información de datos curatoriales, nomenclaturales, geográficos, bibliográficos y de parámetros ecológicos de la Biodiversidad mexicana generada por instituciones nacionales en la plataforma BIOTICA® (CONABIO, 2020). Este Sistema de Información ha sido diseñado y ampliamente utilizado de forma modular tanto en la estructura de la base de datos como en su sistema (programas), informaciones de taxónomos, curadores, biogeógrafos, ecólogos, etnobiólogos, etc. BIOTICA está disponible para todas las instituciones que tengan la necesidad de utilizarlo mediante el siguiente enlace <http://www.conabio.gob.mx/biotica5/>

De manera particular, el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO está conformado por informaciones sobre la biodiversidad y los recursos biológicos de México con la finalidad de establecer un inventario nacional de especies y asesorar en materia de diversidad biológica a los sectores gubernamental, social y privado. El sitio web es el siguiente: <http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/snib.html>. Los elementos que constituyen al SNIB son todas las bases de datos proporcionadas por los proyectos apoyados por la Comisión en el país, con datos taxonómicos, geográficos, ecológicos; coberturas geográficas sobre topografía, hidrografía, vegetación, clima e imágenes de satélite; sistemas de información para la reforestación, incendios y bioseguridad; así como diferentes tipos de regionalizaciones. Derivado de la encuesta realizada se documentó que en el Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad tiene documentadas 1,485 poblaciones de especies silvestres afines de las cultivadas, con datos de distribución geográfica; sin embargo, las citadas poblaciones no se encuentran descritas o caracterizadas (CONABIO, 2020).

5.5. RECURSOS HUMANOS

En México sabemos que los principales actores que hacen realidad la conservación (*in situ* y *ex situ*), el uso y la potenciación de los recursos fitogenéticos son los 61 pueblos que habitan el territorio. En nuestro país se ha documentado la flora y su utilidad para la alimentación y la agricultura desde tiempos prehispánicos (SNICS, 2018). Actualmente existe un sector académico muy numeroso que reconoce al patrimonio cultural ligado a la riqueza de las plantas como un componente necesario para continuar aprovechando sus recursos. La Etnobotánica es una disciplina muy integrada a la formación académica de agrónomos y biólogos en México (UACH, 2020).

Con este marco, durante el período 2012-2020, al menos 431 académicos del país recibieron financiamiento por parte del SINAREFI, los resultados son evidentes, y los Cuadros 8 y 9 dan cuenta de la actividad de investigación en este periodo a través de las 176 publicaciones producidas. En este periodo se identificó que 61 instituciones generaron publicaciones en materia de RFAA, de estas, las instituciones de la Región Centro Sur (37) generaron el mayor número con 87, lo que representa el 49 %, seguido de las instituciones de la Región Noroeste (4) y Centro (9), con 35 (20 %) y 23 (13 %), respectivamente, (Cuadro 8). De las instituciones, el INIFAP y la Universidad Autónoma Chapingo generaron el mayor número de publicaciones con 52 (30 %) y 21 (12 %), respectivamente.

Cuadro 8. Número de publicaciones producidas por las instituciones que trabajan en temas de RFAA.

Región	Número de instituciones con publicaciones en RFAA	Número de publicaciones
Centro	9	23
Centro Sur	37	87
Noroeste	4	35
Noreste	4	16
Sureste	7	15
Total	61	176

Desde el 2014 el financiamiento formal gubernamental cambió de modalidad y las redes solicitan ahora su financiamiento individualmente, siguiendo las reglas de operación de AGRICULTURA. Las Universidades son también una fuente importante de financiamiento y los estudiantes (pregrado y posgrado) son los actores principales que realizan las acciones en el campo.

Durante el período que abarca el informe, se tiene identificada la participación de 562 personas en temas de RFAA en diferentes roles de participación, entre los que se encuentra: investigadores, servidores públicos, directivos, profesores, curadores de bancos de germoplasma, coordinadores, técnicos de campo y laboratorio, asesores y expositores. En el período 2012-2020 destaca que el 60 % de los involucrados realizan actividades de investigación en RFAA, es decir 337 investigadores de instituciones públicas y privadas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Personas consultadas en temas de RFAA y su participación en proyectos.

No.	Actividad (Roll)	Participantes (No)	Participación (%)
1	Investigador	337	60
2	Servidor público	105	19
3	Directivo	39	7
4	Profesor	23	4
5	Curador de banco de germoplasma	7	1
6	Coordinador	6	1
7	Asistente	4	1
8	Técnico académico	4	1
9	Técnico de laboratorio	4	1
10	Técnico de campo	4	1
11	Asesor	1	0
12	Expositor	1	0
14	Sin información	27	5
	Total	562	

5.5.1. Redes Nacionales

En el 2002 México formalizó el inicio del financiamiento de Redes en Recursos Fitogenéticos con base en el compromiso adquirido como país signatario del Primer Plan de Acción Mundial de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la Comisión de Recursos Genéticos de la FAO. La AGRICULTURA (antes SAGARPA) a través del SNICS creó el SINAREFI como mecanismo de coordinación para la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos fitogenéticos (SNICS, 2018). La unidad funcional del SINAREFI

fueron las redes por cultivo y temática, definida como grupos interinstitucionales e interdisciplinarios. El SINAREFI, en el 2006 contaba con 44 Redes organizadas en cinco Macro Redes que recibieron financiamiento gubernamental hasta el 2013; sin embargo, no dejaron de operar. Las 45 redes del SINAREFI en su Plan Estratégico consideraron las 18 acciones del primer Plan de Acción Mundial adaptadas a las especies para la ejecución de sus proyectos y aproximadamente 160 publicaciones dan cuenta de esto.

Durante el período abarcado por el informe, se mantuvo la estructura funcional del SINAREFI que se muestra en el Cuadro 10, donde se enlistan las Macro Redes y las Redes Nacionales. Un caso especial es la Red de Centros de Conservación, cuyo objetivo es la coordinación de los bancos de germoplasma del país.

Cuadro 10. Macro Redes que integran el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Frutales	Básicos e Industriales	Ornamentales	Hortalizas	Impulso
Aguacate	Agaváceas	Cactáceas	Calabaza	Achiote
Anónaceas	Amaranto	Cempoaxóchitl	Camote	Quelites
Cacao	Algodón	Dalia	Chayote	Romerito
Ciruela	Frijol	Echeverría	Chile	Verdolagas
Guayaba	Girasol	Hymenocallis	Jitomate	Yuca
Nanche	Jatropha	Nochebuena	Papa	
Nogal pecanero	Jojoba	Orquídeas	Tomate de cáscara	
Nopal	Tabaco	Pata de elefante		
Papaya	Vainilla	Tigrida		
Pitaya y Pitahaya				
Sapotáceas				
Tejocote				
Vid				



Figura 8. Integrantes de las Redes del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (Foto SNICS).

Los resultados de 305 encuestas aplicadas, para el periodo 2012-2019, evidenció que en el país existen 71 grupos o redes de mejoramiento de cultivos con uso en la alimentación y la agricultura (45 del SINAREFI). En el Cuadro 11 se detalla el número de Redes de mejoramiento de cultivos por Región y el número de instituciones que participan. Destacan las Regiones Centro Sur y Centro con 30 y 19 Redes, lo que representa 44 y 27 %, respectivamente. En tanto que la Región con el menor número de Redes es la Noroeste con cuatro, es decir, con un seis por ciento del total a nivel país.

Cuadro 11. Número de instituciones por Región que forman parte de las redes de mejoramiento de cultivos en México.

Región	Número de instituciones*	Número de Redes	Número de cultivos	Cultivos atendidos
Centro	13	19	13	Agaváceas, Anonáceas, Frijol, Hymenocallis, Jitomate, Maíz, Papa, Avena, Trigo, Chile, Arroz, Dalia, Girasol
Centro Sur	10	30	30	Pitahaya, Aguacate, Algodón, Amaranto, Bromelias, Cactáceas, Calabaza, Camote, Cempoalxóchitl, Chayote, Ciruela, Echeveria, Dalia, Girasol, Jatropha, Nochebuena, Ornamentales, Orquídeas, Papaya, Pitaya, Quelites, Chayote, Romerito, Sapotáceas, Tejocote, Tigrídias, Tomate de Cáscara, Vainilla, Verdolaga, Vid
Noroeste	3	4	3	Guayaba, Jojoba, Nopal
Noreste	6	8	5	Frijol, Garbanzo, Nogal Pecanero, Guayaba, Sorgo
Sureste	8	10	8	Achiote, Cacao, Chile, Nanche, Pata de Elefante, Ciruela, Maíz, Yuca
Total	35	71		

*En algunas Regiones se repiten las instituciones, por lo que no son consideradas en la suma total.

Los resultados de las encuestas revelaron que 35 instituciones forman parte de al menos una Red de mejoramiento de cultivos con uso en la alimentación y la agricultura. Estas redes trabajan en más de 30 cultivos con importancia relevante en la alimentación y la agricultura, algunos ejemplos son: Maíz, Cacao, Vainilla, Frijol, Sorgo, Nopal, Aguacate, Algodón, Orquídeas, entre otras. Se destaca que la mayoría de redes formaron parte del SINAREFI. Se identificó que 13 instituciones formaron otras Redes, con temáticas como: Sistemas Agroforestales; Grupos de Investigación en Agrodiversidad; Redes de Bioenergéticos; Cuerpos Académicos de Agrobiotecnología, entre otras. Los resultados de las encuestas reflejan que la Región Centro y Centro Sur, concentran el mayor número de instituciones que forman parte de Redes de mejoramiento de cultivos con 13 y 10. Las Regiones Noroeste y Sureste integran el menor número de instituciones que participan en Redes de mejoramiento de cultivos, con seis y tres, respectivamente. De las 35 instituciones que forman parte de una Red, las instituciones con el mayor número de representación son el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Universidad Autónoma Chapingo.

Enseguida se anota un recuento de los principales resultados de la Creación de Capacidades en el marco de las redes del SINAREFI, por facilidad de lectura se anotan con base en las Macro Redes operativas del Sistema.

En la **Macro Red Frutales** colaboran 43 instancias de educación superior, investigación, asociaciones civiles y organizaciones de productores. En esta Macro Red participan más de 100 integrantes con diferentes disciplinas de investigación (agrónomos, fitomejoradores, fitopatólogos, genetistas, biotecnólogos, biólogos, bioquímicos e ingenieros industriales y más de 200 productores (Cuadro 12 y Figura 9) (Ramírez-Galindo et al., 2016).

Cuadro 12. Instancias participantes y productores cooperantes en las redes de frutales del SINAREFI.

Red	Instancias participantes	Productores cooperantes	Red	Instancias participantes	Productores cooperantes
Aguacate	8	100	Nogal	3	10
Anonáceas	5	3	Nopal	7	50
Cacao	5	20	Papaya	5	20
Ciruela	7	1	Pitaya-pitahaya	6	30
Guayaba	4	10	Sapotáceas	5	28
Nanche	3	1	Tejocote	1	2
Vid	3	7			

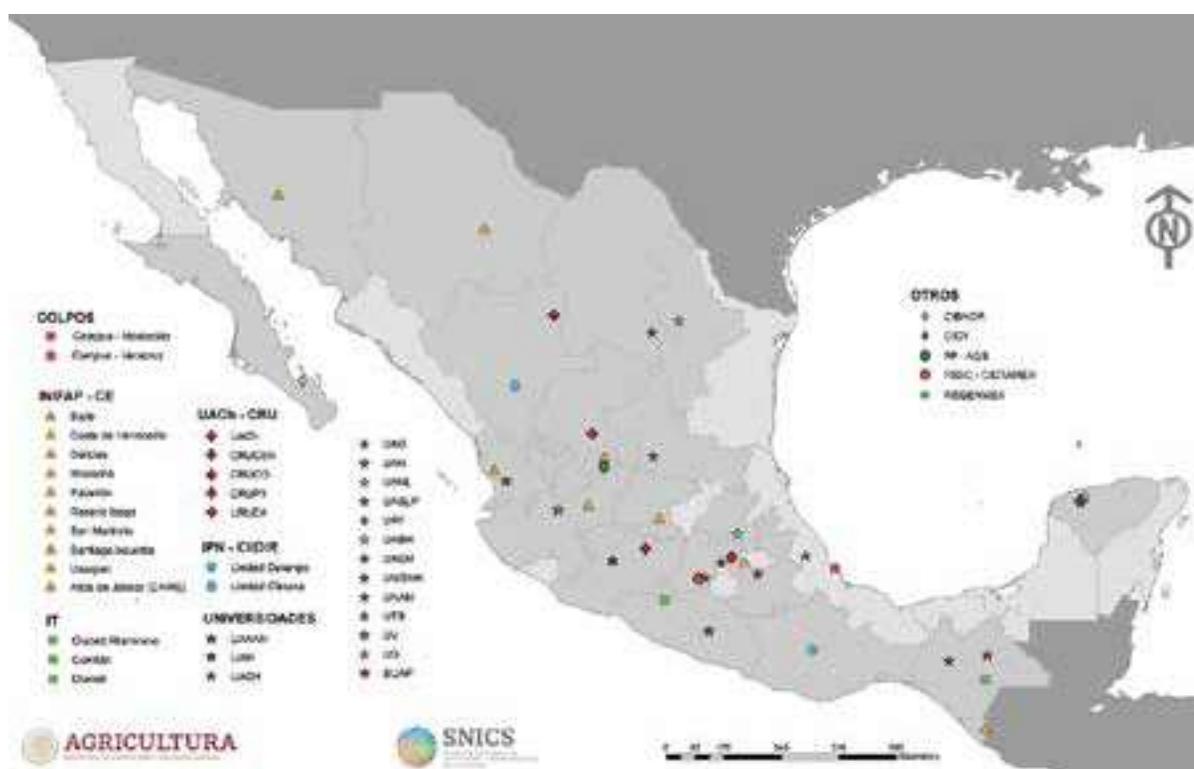


Figura 9. Distribución de instancias que conforman la Macro Red Frutales.

En la Macro Red de frutales se capacitó a más de 1000 productores en temas de manejo postcosecha, control de plagas y enfermedades, métodos de injerto, talleres de poda, saneamiento y rejuvenecimiento de árboles, aplicación de agroquímicos, sistemas de plantación y manejo, caracterización varietal y técnicas de producción sostenible. Además, se formaron recursos humanos para el manejo de los frutales nativos, entre los que destacan 12 tesis de licenciatura e ingeniería, seis de maestría y dos de doctorado (Ramírez-Galindo *et al.*, 2016).

En relación a las actividades de sensibilización al público en general, se elaboraron más de 27 publicaciones dirigidas tanto a la comunidad científica como al público en general. Adicionalmente se publicaron los resultados en artículos científicos, tesis y otros medios.

Cuadro 13. Publicaciones generadas por la Macro Red Frutales con financiamiento SINAREFI.

Cultivo	Publicación
Aguacate	Manual gráfico para la descripción varietal de aguacate. ⁽⁵⁵⁾ Donadores de semilla de aguacate. ⁽⁶⁰⁾ Los recursos genéticos del aguacatero (<i>Persea</i> spp.) en México su estudio, conservación y aprovechamiento. ⁽³¹⁾ Propagación de aguacate. ⁽⁵⁸⁾
Anonáceas	Biología, diversidad, conservación, y uso de los recursos genéticos de Annonaceae en México. ⁽⁶⁾
Cacao	Diagnóstico del cacao en México. ⁽⁸⁾ Cacao diversidad en México. ⁽⁹⁾ Manual gráfico de descriptores varietales de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.). ⁽⁵⁴⁾
Ciruella	Jocotes, jobos abales o ciruelas mexicanas. ⁽¹⁷⁾ Usos y costumbres de la ciruela. ⁽⁶⁷⁾ Catálogo de los usos de la ciruela <i>Spondias purpurea</i> L. Anacardaceae. ⁽⁶⁸⁾
Guayaba	Caracterización morfológica y bioquímica de frutos de guayaba. ⁽⁶⁴⁾ Nuevas variedades de guayaba (<i>Psidium guajava</i> L.). ⁽⁶²⁾ Variabilidad del fruto de la guayaba (<i>Psidium guajava</i> L.) mexicana. ⁽⁶³⁾
Nopal	Cultivares selectos de Tuna de México al mundo. ⁽²⁶⁾ Manejo poscosecha de la nochtli o Tuna. ⁽⁴⁰⁾ Manual gráfico para la descripción varietal del nopal tunero y xoconostle (<i>Opuntia</i> spp.). ⁽⁵⁷⁾ Catálogo de las principales variantes silvestres y cultivadas de <i>Opuntia</i> en la Altiplanicie Meridional de México. ⁽⁶⁶⁾
Pitaya Pitahaya	Principales cultivares de Pitaya en Puebla y Oaxaca. ⁽⁶¹⁾ Las pitayas en las artes plásticas, la historia y la literatura. ⁽⁴⁴⁾ Las pitahayas en las artes plásticas. ⁽⁴⁵⁾
Tejocote	Valor nutracéutico del tejocote (<i>Crataegus</i> spp.) en México. ⁽⁵⁹⁾ Caracterización de pectinas de tejocote (<i>Crataegus</i> spp.). ⁽³⁾ Frutales nativos un recurso fitogenético de México. ⁽⁵⁸⁾
Sapotáceas	Zapote mamey y otras sapotáceas. ⁽²⁰⁾ El zapote mamey en México: avances de investigación. ⁽⁴⁾
Vid	La vid silvestre en México actualidades y potencial. ⁽²²⁾
Cacao	Riqueza natural de México: El Cacao. ⁽¹¹⁾
Guayaba	Riqueza natural de México: La Guayaba. ⁽¹¹⁾
Tejocote	Riqueza natural de México: El Tejocote. ⁽¹¹⁾
Mapa	Diversidad de Frutales Nativos de México. ⁽¹²⁾

En la **Macro Red Hortalizas** participan más de 60 especialistas de diferentes centros de enseñanza e investigación, agricultores, estudiantes, entre otros miembros que permiten un trabajo institucional e interdisciplinario de 25 instancias (Cuadro 14) (Vera-Sánchez *et al.*, 2016).

Cuadro 14. Descripción de tipo y número de participantes de la Macro Red Hortalizas.

Miembros participantes	Calabaza	Camote	Chayote	Chile	Jitomate	Papa	Tomate de cáscara
Especialistas (Fitomejoradores, Agrónomos, Botánicos, Biólogos, Químicos, Fitopatólogos, Genetistas)	8	8	10	12	11	4	8
Otros especialistas (Chefs, Mercadólogos, Diseñadores, etc.)	1	1		2			
Estudiantes			9	20			
Agricultores	53	2		2			5
Sector privado	1	1	1				
ONGs							
Centros de enseñanza e investigación	3	5	5	7	9	2	4
Bancos de germoplasma nacionales	4	1	1	4	4	1	4
Organizaciones comunitarias	1						
Organizaciones gubernamentales (agricultura)	1	1		1	1		

Los estudios de la Macro Red Hortalizas que permitieron el diseño de una estrategia para el seguimiento y salvaguarda de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión genética, se centraron principalmente en los siguientes temas: Identificación de zonas de diversidad y riqueza de especies de tomate de cáscara, papas silvestres, chile, chayote y calabaza, para promover su conservación *in situ*. Inventarios de diversidad infraespecífica de chile (64 tipos), chayote (12 grupos varietales) y camote. En la ejecución de estas actividades participan al menos 25 instancias a nivel nacional y colaboración internacional. Esto permitió la consolidación de cuatro programas de capacitación con la participación de al menos siete instituciones (Cuadro 15) (Vera-Sánchez *et al.*, 2016).

Como resultado de proyectos se publicaron más de 40 artículos científicos y de divulgación, 15 tesis y otras publicaciones. También se formaron talentos jóvenes para el manejo de los recursos fitogenéticos, entre los que destacan siete de licenciatura y ocho de maestría. Además de las actividades actuales, se promovió la organización de cursos de capacitación especializados, incluidos programas de capacitación y asesoramiento de carácter práctico. Se abordaron temas técnicos, incluidas las vinculaciones entre la conservación y la utilización, así como en materia de manejo, de orden jurídico y normativo y de sensibilización de la opinión pública, a fin de mejorar el conocimiento de los acuerdos y tratados internacionales. También se fomentó la adquisición de conocimientos prácticos sobre transferencia de tecnología en relación con la conservación, la caracterización, el intercambio y la utilización sostenible de los RFAA (Vera-Sánchez *et al.*, 2016).

Cuadro 15. Programas de capacitación de la Macro Red Hortalizas.

Programa	Número aproximado de asistentes	Estados	Instancias participantes
Producción y manejo agronómico de tomate de cáscara	300	Jalisco, Nayarit, Puebla, Hidalgo, Estado de México, Baja California, Oaxaca	"UACH, UAEM, UAN, IPN-CIIDIR Unidad Oaxaca, UABC, U de G"
Producción y comercialización de chayote de exportación	200	Veracruz, San Luis Potosí	GISEM, COLPOS, INIFAP, UACH
Manejo y producción sustentable de chile silvestre en Nuevo León	500	Nuevo León	UANL
Manejo agronómico de papas semi-domesticadas	20	Nayarit, San Luis Potosí, Aguascalientes y Guanajuato	U de G

Cuadro 16. Actividades de sensibilización a la opinión pública de la Macro Red Hortalizas.

Programa	Tema	Público objetivo	Número aproximado de asistentes	Estado/año
Primer Simposio Nacional de Tomate de Cáscara	Conservación, manejo y producción de tomate de cáscara en México	Investigadores, estudiante y productores	230	Jalisco/2011
Feria del Camote	Promoción del estudio y uso de camote	Investigadores, estudiantes, productores y público en general	700	Puebla/2012, 2013
Concurso de la Calabaza	Promoción de la diversidad y usos de la calabaza	Productores, estudiantes y público en general	1,700	Puebla/2012, 2013, 2014
Feria Nacional de Tomate de cáscara	Promoción del uso y diversidad del tomate de cáscara	Investigadores, estudiantes, productores, empresarios, artesanos y público en general	355	Jalisco/2011, 2012

Programa	Tema	Público objetivo	Número aproximado de asistentes	Estado/año
Las hortalizas en el arte	Promoción del valor de las hortalizas	Público en general	---	Varios
Actividades para niños	Promoción del valor y la diversidad de chiles	Niños y jóvenes	---	Varios
Gastronomía a base de chiles criollos	Promoción del valor gastronómico	Público en general	---	Oaxaca, Jalisco, Aguascalientes, Distrito Federal
Feria del Chile de Agua	Promoción del chile de agua	Productores y público en general	500	Oaxaca/2008

Además de los artículos científicos y tesis, se generaron 23 publicaciones de diversos tipos, principalmente libros, folletos y mapas de los diferentes cultivos (Cuadro 17), que facilitan la transferencia de la información y resultados a las diferentes entidades de gobierno y actores relacionados con los diferentes cultivos (Vera-Sánchez *et al.*, 2016).

Cuadro 17. Publicaciones derivadas de los proyectos de la Macro Red Hortalizas.

Cultivo	Título de la publicación
Calabaza	-Documento de diagnóstico de las especies cultivadas de Cucurbita spp. ⁽¹⁴⁾ -Red Calabaza del SINAREFI-Folleto ⁽¹⁴⁴⁾
Camote	-Recetario de camote -Carritos camotereros -El camote de Puebla o el camote de Santa Clara, cadena de producción a consumo ⁽⁴⁾
Chayote	-Modelo de Mejoramiento Genético participativo en Chayote (<i>Sechium</i> spp.) ⁽⁶⁾ -Las variedades de chayote, un recurso ancestral ⁽⁵⁾ -Las delicias del chayote Vol. 1, entradas y ensaladas ⁽¹⁰⁾ -El chayote 1, 2 y 3 ^(2,5,9) -Conservación y multiplicación de una colección de <i>Sechium</i> spp. ⁽⁷⁾
Chile	-Los chiles de México y su diversidad ⁽¹⁾ -Diversidad de los chiles de México (mapa) ⁽¹⁴⁰⁾ -El chile, sabor de México (tríptico) ⁽¹⁴¹⁾ -El chile de agua (CD) ⁽¹³⁹⁾
Papa	-Catálogo de las áreas en México donde se aprovechan los tubérculos de papa silvestre (<i>Solanum cardiophyllum</i> y <i>S. ehrenbergii</i>) ⁽⁸⁾ -Manual técnico para el uso de las variedades de papa con potencial productivo ⁽¹⁶⁾
Tomate de cáscara	-Manual gráfico para la descripción varietal de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot. Ex Horm.) ⁽¹⁷⁾ -Variedades de uso común; un breve mirar a la riqueza mexicana. Vol. II -Tomate de Cáscara ⁽²¹⁾ -La Red de tomate de cáscara del SINAREFI-SNICS (desplegable) ⁽¹⁴²⁾ -Aprovechamiento tradicional y moderno de tomate (<i>Physalis</i>) en México ⁽²⁴⁾ -Diagnóstico de tomate de cáscara en México ⁽²³⁾ -Distribución geográfica de <i>Physalis</i> spp. en México ⁽²³⁾ -El mejoramiento participativo de tomate de cáscara como estrategia de conservación in situ ⁽¹³⁾
Jitomate	-Exploración, colecta y conservación de recursos genéticos de jitomate: Avances en la red de jitomate ⁽¹⁾ -Utilización actual y potencial del jitomate silvestre mexicano ⁽⁸⁾
Macro Red Hortalizas	-Avances de investigación de la Red Hortalizas del SINAREFI ⁽¹²⁾

La **Macro Red Impulso** está constituida por 64 investigadores en forma interdisciplinaria e interinstitucional para generar resultados en los cultivos en atención (Cuadro 12); también participan más de 40 productores de los estados de Yucatán, Tabasco, Veracruz, Chihuahua, Puebla, Estado de México, Morelos, Guerrero y la Ciudad de México. Lo anterior implica al menos 10 fitomejoradores, 40 productores, 10 botánicos, 15 biólogos, 20 agrónomos, tres químicos, un comunicólogo y un chef, que en conjunto generan y ejecutan las estrategias de cada Red de acuerdo a su Plan Estratégico (Cuadro 18). El trabajo de las Redes fue a nivel nacional con

bancos de germoplasma, organizaciones no gubernamentales, organizaciones comunitarias, universidades y en menor medida con el sector privado; además la Red Yuca tiene relaciones con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, para la evaluación de materiales elite provenientes de dicho país para futuros trabajos de mejoramiento genético (Solís *et al.*, 2017).



Figura 10. Instituciones participantes en la Macro Red Impulso del SINAREFI (fuente: SINAREFI).

Cuadro 18. Número de integrantes e instancias participantes en la Macro Red Impulso.

Red	Número de integrantes	Instancias participantes
Achiote	11	CICY, IT de Conkal, INIFAP, UACH, UAM
Quelites	15	UNAM, INCMCZ, UNICACH, EMC
Romerito	18	CP, UACH, UAM-X, UNAM
Verdolaga	15	UAM, UNAM, EMC, UACH, UNICACH, Sistema Productor Hortalizas del Distrito Federal
Yuca	16	INIFAP, UPCH, Secretaría de Educación del Estado de Chiapas

Para fortalecer la capacidad nacional de recursos humanos en áreas clave, la Macro Red Impulso desarrolló 128 actividades; como resultado de estas actividades se apoyó la formación de estudiantes en licenciatura, maestría y doctorado, se dirigieron 14 tesis. Además se realizaron talleres de capacitación y ponencias dirigidas principalmente a productores, en los cuales se abordan temas técnicos, incluida la vinculación entre

la conservación y la utilización sostenible de los recursos, así como en materia de manejo, de orden jurídico, normativo y de sensibilización de la opinión pública, en los estados de Yucatán, Chihuahua, Estado de México, Tabasco, Querétaro, Puebla, Chiapas, San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz y la Ciudad de México (Cuadro 19) (Solís *et al.*, 2017).

Cuadro 19. Talleres y ponencias realizadas por la Macro Red Impulso

Red	Tema	Lugar
Achiote	Producción de achiote en traspatio* y El achiote como recurso de gran valor en el sureste mexicano**	Yucatán y Querétaro
Quelites	Fomentando el uso de quelites*, Cocina verde: quelites en tu mesa*, Quelites con los ojos cerrados*, Quelites; formas novedosas de preparación*, Los quelites; diversidad, manejo, producción y conservación*, Estrategias de conservación de plantas en vías de domesticación*, Los quelites, alimentos de excelencia*, El cultivo de los quelites*, Hortalizas mexicanas: aspectos botánicos, culinarios y nutricionales*, Capacitación para la autogestión en la producción continua de quelites*, Los quelites en la alimentación*, Contribución de los quelites a la dieta; formas de consumo y aportación de nutrimentos*, Los quelites, un tesoro milenario**, Especies vegetales poco valoradas, una alternativa para la seguridad alimentaria**, Los quelites, recursos fitogenéticos promisorios**, Los quelites tradición milenaria de la milpa**, Los quelites alimentos muy mexicanos**, Quelites en mercados del centro de México** y Talleres comunitarios en la Sierra Tarahumara, una forma de conservar y revalorizar el consumo de quelites**	Ciudad de México, Chihuahua, Puebla, San Luis Potosí, Hidalgo y Chiapas
Romerito	Selección de características morfológicas de romerito*	Ciudad de México
Verdolaga	Producción hidropónica de verdolaga*, Quelites hidropónicos*, La importancia de la verdolaga en la alimentación*, Transferencia del paquete hidropónico de verdolaga* y El agua de verdolaga en nuestra alimentación*	Ciudad de México, Estado de México y Chiapas
Yuca	Cultivo, cosecha y aprovechamiento de la yuca*, Contenido de materia seca y almidón en clones de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)***, Efecto de la posición de estacas sobre el rendimiento de raíz de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) en Veracruz** e Información nutricional saludable: platos alternativos a base de yuca**	Tabasco y Veracruz

*Talleres

** Ponencias

Para promover los resultados obtenidos y sensibilizar a la opinión pública, se generaron diversas publicaciones, destacando: libros, manuales, folletos, recetarios, videos, trípticos, fascículos y carteles, como una estrategia adicional para que se conozca la diversidad de cultivos entre la sociedad y los diversos actores involucrados en la conservación y el aprovechamiento sustentable de los RFAA (Cuadro 20). Otras actividades ejecutadas fueron la participación en exposiciones, muestras gastronómicas, entrevistas en radio, televisión y medios impresos en los estados de Chiapas, Oaxaca, Estado de México, Aguascalientes y la Ciudad de México. Respecto a la parte audiovisual, la Red Verdolaga realizó el video “La verdolaga: del campo a la mesa” que puede ser consultado en el portal de videos Youtube®, con estas acciones, se busca la inclusión de la verdolaga en la dieta de los mexicanos (Solís *et al.*, 2017).

Finalmente, la Macro Red Impulso participó en diferentes eventos, donde se exhiben los agroproductos realizados por las Redes y se presentan diversas muestras gastronómicas (Cuadro 20). Estas participaciones incluyen la Primera y Segunda “Feria de la Agrobiodiversidad del SNICS”, en el “50 aniversario del SNICS” y la participación en la exposición itinerante “Cultivos Nativos de México”; se cuenta también con espacios en las redes sociales Twitter®, Facebook® y el blog de la Red Quelites “Todo sobre Quelites”, en estos sitios se presentan datos sobre la diversidad de los cultivos (Solís *et al.*, 2017).

Cuadro 20. Publicaciones de la Macro Red Impulso generadas con el financiamiento SINAREFI.

Red	Nombre de la publicación
Achiote	Folletos: Guía técnica para la producción de achiote (<i>Bixa orellana</i> L.) en pequeñas plantaciones de Yucatán (9) y Situación del recurso achiote en México (<i>Bixa Orellana</i> L.) ⁽¹²⁾
Quelites	Libros: Los quelites, tradición milenaria en México (2) y Diagnóstico del pápaloquelite en México <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. var. <i>macrocephalum</i> (DC.) Cronq. ⁽³⁾ Folletos: Alternativas en el manejo de hortalizas subutilizadas: quelites y verdolaga ⁽¹³⁾ Recetario: Recetario de Quelites de la zona centro y sur de México ⁽¹⁵⁾ Tríptico: Red Quelites ⁽¹⁹⁾ Fascículo: Quelites plantas muy sabrosas; joyas de la naturaleza mexicana ⁽²²⁾ Carteles: Ensalada de 5 quelites, Mole de quelites, Quelites, tradición milenaria en México y Quelites en México
Romerito	Libros: El romerito; una hortaliza cultivada en el Distrito Federal (1) y Manual gráfico para la descripción varietal del Romerito (<i>Suaeda</i> spp) ⁽⁷⁾
Verdolaga	Libros: Especies vegetales poco valoradas; una alternativa para la seguridad alimentaria (4), Documento de diagnóstico de <i>Portulaca oleracea</i> L. (5) y Manual de hidropónia (verdolaga) ⁽⁸⁾ Folletos: Importancia de la verdolaga en México ⁽¹⁰⁾ y Crea en casa tu propio cultivo hidropónico de verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i> L.) ⁽¹¹⁾ Video: La verdolaga: del campo a la mesa ⁽¹⁸⁾ Tríptico: Red Verdolaga del SINAREFI ⁽²⁰⁾ Cartel: Agua de verdolaga
Yuca	Recetario: Recetario a base de yuca; sabores y texturas (14)

La **Macro Red Ornamentales** realizó 51 proyectos en los que participaron las siguientes instancias: AMDA, IPN CIIDIR Unidad Oaxaca, UV, INIFAP, UACH, UAEM, UNAM, UPAEP, UAQ, INECOL, CICY, UAM y UDG. Al respecto, 34 proyectos corresponden a reuniones de trabajo para el fortalecimiento de las 10 redes que integran la MacroRed, así también, para la integración de los planes estratégicos de cada Red, programas de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo y la promoción de las redes. Las reuniones de trabajo permitieron la integración de 10 redes: Red Bromelias, Red Cactáceas, Red Cempoalxóchitl, Red Dalia, Red Echeveria, Red Hymenocallis, Red Nochebuena, Red Orquídeas, Red Pata de elefante y Red Tigridia. En las mismas participan más de 25 instancias, asociaciones y empresas representadas con más de 110 investigadores y 100 productores participantes (Figura 11 y Cuadro 21) (Gámez-Montiel *et al.*, 2017).



Figura 11. Instituciones participantes en la MacroRed Ornamentales del SINAREFI

Cuadro 21. Grupos de trabajo de la Macro Red Ornamentales del SINAREFI.

Red	Tipo de participantes	Instituciones
Bromelias	1 especialista en cultivo <i>in vitro</i> , 1 ecólogo, 5 biólogos, 1 empresa privada y 20 productores	UAM, CICY, IPN CIIDIR Unidad Oaxaca, INECOL, BLIO
Cactáceas	1 especialistas en biodiversidad y conservación de zonas áridas, 1 especialista en taxonomía, sistemática de cactáceas, biogeografía y evolución biológica, 1 especialista en fitogeografía y biosistemática plantas del desierto Chihuahuense y recursos fitogenéticos, 1 especialista en nutrición vegetal, 1 especialista en cultivo <i>in vitro</i> , 1 especialista en biología molecular, 30 productores	INIFAP, UAAAN, UNAM, Comercializadora de Cactus
Cempoalxóchitl	2 especialistas en fitomejoramiento, 6 agrónomos, 1 UMA, 5 especialistas en biología molecular, 30 productores	UACH, UNAM, CIATEJ, UNISON, ITVO, UPP
Dalia	2 especialistas en fitomejoramiento, 4 agrónomos, 3 especialistas en cultivo <i>in vitro</i> , 1 UMA, 4 asociaciones, 2 empresas privadas y 20 productores	UACH, UDG, SPON, SPPOG, CEPOMAC, Fundación Xochitla, A.C., PLANTAFLOR, AMDA, Plántulas de Tetela
Echeveria	"1especialista en taxonomía, 2 especialista en cultivo <i>in vitro</i> , 2 agrónomos, 10 biólogos, 15 UMA y/o PIMVS, 1 asociación, 1 especialista en biología molecular, 3 empresas privadas, 1 institución de la SHCP (FIRA CDT Tezoyuca), 20 productores, grupos de exploradores"	"UNAM, UACH, INECOL, FIRA, CONAPLOR, Sociedad Mexicana de Cactología, Laboratorio Vitroalma"
Hymenocallis	1 especialista en taxonomía, 1 biólogo, 1 especialista en biología molecular, 1 agrónomo-ecólogo, 1 especialista en cultivo <i>in vitro</i>	UDG, UPAEP
Nochebuena	4 especialistas en fitomejoramiento, 2 biólogos, 3 especialistas en cultivo <i>in vitro</i> , 2 asociaciones, 2 empresas privadas 1 especialista en fitomejoramiento, 5 biólogos, 1 agrónomo	"UACH, UAEMor, UMSNH, INIFAP, CEPOMAC, PLANTAFLOR, AM Cuertlaxóchitl, CP, Plántulas de Tetela" UACH, UDG, SPON, SPPOG, CEPOMAC,
Orquídeas	10 especialistas en cultivo <i>in vitro</i> , 10 UMA y/o PIMVS, 1 empresa privada, 10 productores	Fundación Xochitla, A.C., PLANTAFLOR, AMDA, Plántulas de Tetela
Pata de elefante	8 biólogos, 1 taxónomo, 6 ecólogos, 3 botánicos, 2 UMA	UAQ, CICY, INECOL, UASLP, UNICACH, SERBO, SEMAHN
Tigridias	2 especialistas en taxonomía, 1 UMA, 2 especialistas en biología molecular, 1 biólogo, 1 agrónomo-ecólogo, 1 especialista en cultivo <i>in vitro</i> , 10 productores	UAEM, UDG, UACH, UNAM, UPAEP, CEPOMAC

La Macro Red firmó un convenio de colaboración entre el Orquidario Universitario de la UV integrante de la Red Orquídeas UMA Orquidario Universitario con número de registro: SEMARNAT UMA-in-viv-0129-Ver/11) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), con la finalidad de resguardar y dar mantenimiento a los ejemplares decomisados y que fueron extraídos ilegalmente de su hábitat. Estas plantas, provenientes del mercado ilegal, el cual, desde hace muchos años ha mermado considerablemente distintas poblaciones de orquídeas del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa y ciudades como Huatusco de Chicuellar, Fortín de las Flores, Córdoba, Coscomatepec, Orizaba, Ixhuatlancillo, Coatepec y Xalapa, Veracruz, que son centros de acopio y tráfico de orquídeas (Gámez-Montiel *et al.*, 2017).

A raíz del "Estudio para identificar las especies mexicanas relevantes dentro del marco del comercio internacional" desarrollado por CONABIO y Traffic-Norteamérica en 2013, la palma monja o pata de elefante (*Beau-carnea recurvata* Lem.), destacó por su delicado estado de conservación y sus niveles de comercio internacional. El taller tuvo la finalidad de: a) evaluar si la palma monja (*B. recurvata*) cumple con los criterios de inclusión en la citas; b) evaluar de qué forma su inclusión en la citas pudiera apoyar su conservación *in situ*, producción sostenible, legal y rastreable que genere beneficios socioeconómicos para quienes participan en su cadena productiva; y c) definir los pasos a seguir con los actores pertinentes. Esto permitió identificar los principales vacíos de información y lograr acuerdos multisectoriales para atender adecuadamente las necesidades de conservación de la especie, así como para promover su potencial de aprovechamiento sostenible (Gámez-Montiel *et al.*, 2017).

La Macro Red Ornamentales realizó 28 proyectos en las que han participado las siguientes instancias: AMDA, IPN CIIDIR UNIDAD OAXACA, INIFAP, UV, UACH, UAEM, UNAM, UAM y la Fundación Xochitla, A.C. Los principales instrumentos para el fortalecimiento de recursos humanos son los cursos de capacitación. En esta línea se realizaron tareas como la capacitación de personal para la creación de UMA o PIMVS, cursos de capacitación a productores, estudiantes y coleccionistas, planes de manejo, diagnósticos de productores y programas de seguimiento y atención a los mismos. El objetivo es fortalecer la capacidad nacional para conservar y utilizar los RFAA en áreas clave, esta acción se lleva a cabo con más de 110 investigadores responsables de proyectos, se promueve también las tutorías y formación de liderazgos en áreas estratégicas ampliando el personal capacitado. En cuanto al número de nuevos talentos en recursos fitogenéticos se apoyaron a 25 estudiantes de licenciatura, ocho de maestría, tres de doctorado y una estancia posdoctoral, destaca la Red Orquídeas que apoyo a 19 estudiantes, 12 de estos pertenecen a la UMSNH, institución que cuenta con el mayor número, seguido de la UV con cinco estudiantes. Por otra parte, la Fundación Xochitla, A.C. en conjunto con la Macro Red Ornamentales implementaron el proyecto llamado “Joyas de la Naturaleza Mexicana” en donde se cubrieron objetivos encaminados al desarrollo de capacidades y fomento a la sensibilización de la opinión pública sobre el valor de la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, con los cuales, se logró el establecimiento de 140 especies silvestres. A través del proyecto se establecieron ocho zonas de exhibición de especies silvestres con uso ornamental y alimenticio: tigridias, nochebuenas, echeverias, cempoalxóchitl, bromelias, orquídeas, agaváceas ornamentales, quelites y verdolagas. Las instituciones académicas que colaboraron en la donación de especies fueron: UNAM, UACH, UAEM, UAM y la UV. Dichas instituciones apoyaron también con brindar asesoría para conocer los métodos de propagación y cultivo de cada grupo de especies. En cada zona de exhibición se colocó una cédula de introducción a la colección. Estas áreas fueron admiradas por alrededor de 30 mil personas que visitaron las instalaciones de Xochitla los meses de julio a octubre del 2013. Destaca también, las actividades de difusión realizadas por Fundación Xochitla, A.C. en conjunto con la Asociación Mexicana de la Dalia, la Red Dalia, y con apoyo de la MacroRed Ornamentales, crearon en el 2007 un proyecto que permitiera la conservación y rescate de dalias silvestres, así como su promoción y difusión del uso y aprovechamiento sustentable dentro de sus instalaciones, obteniendo los siguientes resultados: difusión en medios electrónicos (Página web de Xochitla, Facebook y Twitter), en radio (programa de radio Enfoque 1000 am), TV (entrevista en Green TV), una reseña en el periódico Reforma sobre la Expo Dalia. Además de diseñar el díptico “Aprende a germinar dalias”, que informa de la Colección de Dalias Silvestres del Jardín Botánico de la Fundación Xochitla, AC., nueve fichas técnicas de dalias que brindan información sobre las características relevantes de las especies de dalia entre las que destacan, *D. tenuicaulis*, *D. brevis*, *D. excelsa*, y *D. cardifolia*, nueve recetas fáciles de preparar en casa, acordes para combinar con hortalizas mexicanas, como la sopa con guía de flor de calabaza y flor de dalia ó tlayudas con nopales y tubérculos de dalia (Cuadro 22) (Gámez-Montiel *et al.*, 2017).

Cuadro 22. Actividades llevadas a cabo por la Macro Red Ornamentales.

Red	Actividad	Público objetivo	Asistentes	Estado de influencia
Bromelias	20 talleres de técnicas de cultivo de bromelias, creación de UMA y arreglos florales	Pequeños productores, estudiantes, público en general	300	Oaxaca, Estado de México y Ciudad de México
Cactáceas	Cursos, pláticas a productores y técnicos, sobre producción de cactáceas in vivo e in vitro. Estrategias de conservación in situ y ex situ	Técnicos y productores	2,000	Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Morelos, Puebla, Jalisco, Hidalgo y Ciudad de México
Cempoalxóchitl	Talleres de propagación y extracción de aceites esenciales para la obtención de bioplaguicidas	Pequeños productores	200	Oaxaca, Chiapas, Estado de México, Jalisco y Guanajuato

Red	Actividad	Público objetivo	Asistentes	Estado de influencia
Dalias	333 talleres de propagación, conservación, gastronomía, comercialización y consumo	Pequeños productores, comunidades indígenas, estudiantes y público en general	11, 550	Veracruz, Zacatecas, Nuevo León, Aguascalientes, Querétaro, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Jalisco, Ciudad de México, Tlaxcala, Puebla y Tamaulipas
Echeveria	Exposiciones en el Parque Bicentenario, Día Nacional de los Jardines Botánicos 2011, 2012 y 2013, Plaza de la República, talleres de propagación, conferencias, obra de teatro "Gorditas en fuga", pláticas en universidades	Productores, UMA o PIMVS, estudiantes y público en general	2, 500	Morelos, Estado de México, Puebla, Oaxaca, Hidalgo y Ciudad de México
Nochebuena	Taller sobre medios alternativos de reproducción de Nochebuena	Productores de nochebuena de sol	150	Oaxaca, Estado de México, Morelos y Guerrero
Orquídeas	Simposios, talleres de propagación	Productores, estudiantes, UMA o PIMVS, público en general (niños)	500	Veracruz, Michoacán, Puebla, Oaxaca, Ciudad de México y Estado de México
Pata de elefante	Talleres para manejo y conservación de B. recurvata	Productores, estudiantes y público en general	50	Veracruz
Tigridias	Simposios, talleres de propagación	Productores, estudiantes y público en general	800	Puebla, Oaxaca, Ciudad de México y Estado de México
Proyecto "Joyas de la Naturaleza Mexicana"	Talleres para manejo y conservación, talleres de manualidades, talleres gastronómicos y muestras gastronómicas	Productores, estudiantes y público en general	785	Estado de México

Para fortalecer el conocimiento de la opinión pública en torno a los recursos fitogenéticos, la Macro Red Ornamentales ejecutó 21 proyectos con la participación de las siguientes instituciones: AMDA, IPN CIIDIR UNIDAD OAXACA, UV, UCh, UAM, UAEM, UNAM, y Fundación Xochitla A.C. Las actividades de sensibilización realizadas por la Macro Red Ornamentales, son las siguientes: Simposio sobre el "Conocimiento tradicional



de las plantas mexicanas”, en colaboración con el Museo Nacional de Antropología, se llevó a cabo en el año 2012. Dicho simposio se realizó en las instalaciones del Museo Nacional de Antropología, con los objetivos de hacer frente al problema sobre la pérdida del conocimiento y uso tradicional de los recursos fitogenéticos de los pueblos indígenas y de las comunidades locales, brindando soluciones y difundiendo información útil que logre corregir el problema de fondo; se llevó a cabo una serie de conferencias, exposiciones, muestras gastronómicas y talleres, donde la interacción y retroalimentación entre conocedores del tema y participantes fue uno de los factores más importantes y determinantes para el cumplimiento de los objetivos. El simposio tuvo la colaboración de aproximadamente 27 instancias, entre universidades, instituciones de investigación, organismos no gubernamentales y redes, quienes hicieron posible el desglose de actividades programadas y el cumplimiento de los objetivos. La afluencia de asistentes a las conferencias y exposiciones; y de los participantes en los talleres ofrecidos en el simposio durante los tres días (aproximadamente 2,000 personas), mostraron el gran interés que genera conocer y preservar las múltiples propiedades que tienen las plantas nativas, así como los usos y beneficios que de éstas se puede obtener (Gámez-Montiel *et al.*, 2017).

En el Primer Simposio de la Macro Red Ornamentales en colaboración con el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, se presentaron resultados por parte de siete redes, dos talleres de propagación en cactáceas y echeverias, un taller sobre la gestión de UMAs y el aprovechamiento de especies silvestres, así como un taller sobre generalidades en la identificación de orquídeas, estas dos últimas actividades se llevaron a cabo en el orquidario “La Encantada”. Para este Simposio se contó con la asistencia de 500 participantes. En septiembre de 2014 se llevó a cabo el “Primer Simposio Nacional de Plantas Ornamentales Nativas Mexicanas” en colaboración con el Centro de Desarrollo Tecnológico Tezoyuca del FIRA. Este Simposio contó con la participación de más de 800 personas entre estudiantes, profesores, investigadores y productores de los estados de Puebla, Michoacán, Estado de México, Morelos, Querétaro, Colima y Guerrero. El mismo estuvo dirigido a la red de valor de ornamentales: productores y comercializadores de plantas ornamentales, tomadores de decisiones, funcionarios gubernamentales, investigadores, despachos de asesores, constructores, arquitectos, floristas, paisajistas, compradores, equipos de ventas y estudiantes (Gámez-Montiel *et al.*, 2017).

La Macro Red Ornamentales coorganizó y coordinó tres eventos dirigidos al público en general, el primero fue realizado en la ciudad de Aguascalientes, en el 2012, donde se llevó a cabo el 3er Festival Matsuri, con el objetivo de promover el intercambio cultural entre México y Japón, en este evento asistieron 2,000 personas. Las dos actividades restantes se realizaron en la Ciudad de México. En el Jardín Botánico de Chapultepec se presentó el festival “Biodiversidad, nutrición y gastronomía” para promover el uso de los recursos fitogenéticos ornamentales. En colaboración con el Sistema Producto Ornamentales del D.F. se llevó a cabo la Declaratoria Nacional del Día de las Cactáceas (10 de octubre), con la finalidad de promover la conservación y consumo de cactáceas mexicanas reproducidas en UMAs (Gámez-Montiel *et al.*, 2017).

La Red Dalia ha organizado, y participado en los siguientes eventos:

- “Exposición Permanente de Floricultura y Viverismo de Coyoacán”, donde además de colocar una Placa Conmemorativa, se entregó la Presea Dahlia excelsa por el mérito al desempeño en la Floricultura, se emitió una moneda conmemorativa y un billete de la Lotería Nacional.
- Organización de los Festejos Conmemorativos del 50 Aniversario de la Declaración Presidencial de la Dalia como Flor Nacional en todas sus especies y variedades. Fue declarada en 1963 en el Diario Oficial por el Lic. Adolfo López Mateos, entonces Presidente de la República.
- Establecimiento y celebración del Día Nacional de la Dalia el día 4 de agosto.

- Participación activa en el diseño de la Alfombra Monumental con dalias que fue confeccionada en Xochitla Parque Ecológico.
- 13“Encuentros Sobre el Conocimiento de la Dalia en México y el Mundo”. Siete de los cuales se han llevado a cabo en coordinación Xochitla Parque Ecológico.
- Participación en la Reunión de la Sociedad Alemana de Dalias, Fuchsias y Gladiolas en Hamburgo y Lünemburg, Alemania y participación en el Homenaje al Senador Merck y a la D.Merckii, así como instalación de placas conmemorativas tanto en Hamburgo como en Xochitla Parque Ecológico.
- Participación en la Exposición de Dahlias de Tacoma, Seattle en el estado de Washington.
- Participación en el Centenario de la Sociedad Americana de la Dahlia en Nueva York.
- Participación en la tradicional siembra de la Dalia en la Feria de las Flores de San Ángel, Delegación Álvaro Obregón.
- Participación en el programa internacional de “Slow Food”, donde además fue aceptada la dalia como un recurso alimenticio para el “Arca de los Alimentos”.
- Participación en el Jardín de Polinizadores del Programa ambiental de Cemex Tecnológico de Monterrey en Atotonilco de Tula, Hidalgo.
- Asistencia a exposiciones de la Federación Mexicana de Jardinería y Arreglo Floral, AC.
- Participación en la organización del Congreso Nacional del Ahuehuete.
- Cabe destacar, además, que la Red produjo y distribuyó en sus diferentes actividades más de 100,000 plántulas y semillas anuales de dalia.

La Red Nochebuena estableció anualmente el “Día de la Nochebuena” el 8 de diciembre con la finalidad de fortalecer a los productores de esta flor. La Red Orquídeas trabajó en la vinculación con el Museo de Antropología de Xalapa, con la donación de 10 especies de orquídeas con algún uso prehispánico y cultural, para fortalecer el conocimiento de este recurso. La Red Tigridia celebra anualmente en el mes de agosto la “Semana de las Tigridias” (Gámez-Montiel *et al.*, 2017).

La **Macro Red Básicos e Industriales** trabajó en los RFAA de los cultivos de: Agave (*Agave spp.*), Algodón (*Gossypium spp.*), Amaranto (*Amaranthus spp.*), Frijol (*Phaseolus spp.*), Girasol (*Helianthus spp.*), Jatropha (*Jatropha spp.*), Jojoba (*Simmondsia chinensis*), Tabaco (*Nicotiana spp.*) y Vainilla (*Vanilla spp.*) (Solís *et al.*, 2018).

La Macro Red Básicos e Industriales se encuentra constituida por 100 colaboradores (Cuadro 23), entre los que se encuentran académicos, productores y estudiantes, que en conjunto suman la participación de más de 30 instancias educativas, privadas, no gubernamentales y asociaciones civiles, las cuales realizan acciones a favor de la conservación y utilización sostenible de cada cultivo que integra la Macro Red.

Cuadro 23. Número de integrantes e instancias participantes en la Macro Red Básicos e Industriales.

Red	Número de participantes	Instancias participantes
Agaváceas	20	CICY, CIAD, CIATEJ, IT El Llano, IT de Tlajomulco, UDG, IPN, Destilería Tlacolula, UNAM.
Algodón	13	INIFAP, UMSNH, CSAEGRO.
Amaranto	7	INIFAP, UNAM, UAM.
Frijol	17	CICY, CP-Montecillos, INIFAP, IPN-CIIDIR-Durango, UACH, UDG.
Girasol	9	INIFAP, ICAMEX.
Jatropha	12	CP-Montecillos, UV, INIFAP, UACH, IPN-CIIDIR-Durango, JatroBioenergy and oilseeds.
Jojoba	9	CIAD, CIBNOR, INIFAP, CNRG, UNISON
Vainilla	13	BUAP, UV, IPN, IT de Tuxtepec, TES Ecatepec, INIFAP.
Total	100	

Durante la realización de las investigaciones y actividades de la Macro Red, participaron estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado que elaboraron 21 tesis. Adicional a las actividades de formación en recursos humanos, se realizaron talleres de capacitación, ponencias, demostraciones de campo y participación en carteles dirigidas principalmente a productores, en temas relacionados a la conservación y aprovechamiento sostenible (Cuadro 24).

Cuadro 24. Talleres impartidos y presentaciones en eventos por la Macro Red Básicos e Industriales.

Red	Tema	Lugar
Agaváceas	Taxonomía de agaves* Caracterización de materiales* Propagación in vitro y reguladores de crecimiento** Conservación y manejo de agaves** Denominación de origen ** Manejo de agostaderos de agaves * Diversidad de especies y usos de los magueyes pulqueros** Los maravillosos magueyes**	Metepec, Estado de México; Nuevo Vallarta, Nayarit; Guadalajara, Jalisco; Delegación Azcapotzalco, Ciudad de México, Municipios de Guanajuato.
Algodón	Selección participativa de variedades nativas de algodón café por calidad de fibra y características morfológicas*Conservación de algodón* Recolección de Germoplasma de Algodón por el Sureste de México** Los recursos genéticos del género Gossypium en México** El Algodón (<i>Gossypium hirsutum</i>) en el Estado de Yucatán: Colecta y Etnobotánica** Rescate y Conservación de la Diversidad del Algodón Nativo de México**	Texcoco, Estado de México; León, Guanajuato; Quito, Ecuador; Coyoacán, Ciudad de México.
Girasol	Componentes tecnológicos para la producción de girasol* Producción y usos del girasol* Producción de girasol***	Guanajuato, Hidalgo, Estado de México y Zacatecas.
Jatropha	Comparación de colectas de jatropha provenientes de Guerrero y Morelos** Efecto biológico de polvos vegetales sobre <i>Copitarsia decolora</i> (Lepidoptera: Noctuidae) ** Actividad insecticida de semillas de <i>Jatropha curcas</i> sobre el picudo <i>Scyphophorus acupunctatus</i> **	Querétaro, Aguascalientes, Baja California
Jojoba	Determinación de áreas con potencial para establecer cultivares de jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>) en el estado de Sonora, México** Estudio de jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>) para establecer un banco de germoplasma** Diagnóstico de Jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>) en México** Poblaciones naturales de jojoba en la Región Central de la Península de Yucatán** Seed production of Jojoba in the Matorral area of central Sonora Mexico** Establecimiento de una plantación de jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>) con el fin de crear un Banco de Germoplasma de la especie** Manejo de la jojoba *** Propagación clonal in vitro de jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i> , Link, CK Schneider** Evaluación fisicoquímica de aceites de semillas de jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>) en el noroeste de México**	Ciudad de México, Baja California, Baja California Sur, Durango, Estado de México, Jalisco, Sinaloa
Vainilla	Vinculación y transferencia de tecnología a productores de vainilla*	Puebla, Veracruz y Oaxaca.

* Talleres, ** Participación en eventos, *** Demostraciones de campo

Las publicaciones de la Macro Red generadas durante el período del informe se presentan en el Cuadro 25. De manera especial se participó con muestras gastronómicas durante la Primera y Segunda “Feria de la Agrobiodiversidad del SNICS” y el “50 aniversario del SNICS”.

Cuadro 25. Publicaciones de la Macro Red Básicos e Industriales editadas con financiamiento SNICS.

Red	Tipo y nombre de la publicación
Agaváceas	Manuales: 1. Agave angustifolia Haw. Técnicas para el trasplante de vitroplantas a condiciones de agostadero. 2. Manual del Maguey Pulquero en Guanajuato. 3. Guía técnica para la descripción varietal de agave
Algodón	"Libros: 1. Kuidemuxa: algodón nativo de México. 2. Los recursos genéticos del algodón en México. Folletos: 1. Conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos de algodón en México. 2. Logros de investigación en algodón nativo de México."
Amaranto	Libros: 1. Conservación y uso de los recursos genéticos de Amaranto en México. 2. Amaranto: Ciencia y Tecnología. 3. Diversidad de "quintoniles" (Amaranthus spp.) en la Sierra Norte de Puebla.
Frijol	"Libros: Los parientes silvestres del frijol común en el Occidente de México. Folletos: 1. Diversidad y distribución de frijol (Phaseolus spp.) silvestre en el estado de Tamaulipas. 2. Avances de investigación 2003 – 2006 Red Frijol."
Jatropha	Libros: Diagnóstico y Plan Estratégico de la Jatropha spp. en México.
Jojoba	"Libros: Diagnóstico de la jojoba (Simmondsia chinensis) (Link) C.K. Schneider, en México. Folletos: 1. Rehabilitación de parcelas de Jojoba. 2. Manejo y características de plantaciones de jojoba."

La Red Maíz considerada dentro de la Macro Red de Básicos Industrial, tiene como misión contribuir con la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México, del cual México es Centro de Origen, Diversidad y Domesticación. Colaboran más de 14 instancias de educación superior, investigación, asociaciones civiles y organizaciones de productores, participan más de 32 integrantes con diferentes disciplinas de investigación: agrónomos, fitomejoradores, fitopatólogos, genetistas, biotecnólogos, biólogos, bioquímicos, ingenieros industriales, entre otras y más de 400 agricultores llamados “custodios de las razas nativas de maíz”. Las instancias con mayor participación son la UACH, INIFAP y el CP (Figura 12) (Ramírez-Galindo *et al.*, 2018).





Figura 12. Distribución de instancias que conforman la Red Maíz.

Con el objetivo de fomentar la creación de capacidades en conservación y utilización sostenible, así como de transferencia de tecnología, los integrantes de la Red Maíz impartieron más de 100 talleres y cursos de capacitación a productores, técnicos, estudiantes y público en general, así como recorridos de campo, parcelas demostrativas, entre otras actividades. La capacitación se enfocó a temas de manejo post-cosecha, control de plagas y enfermedades, aplicación de agroquímicos, manejo, producción de semilla, selección masal, caracterización varietal, técnicas de producción sustentable, entre otros. Por ejemplo, en la comunidad de Jala, Nayarit, se realizó el curso-taller de artesanías a base de semillas de maíz (bisutería), organizado por el CP Campus Puebla, autoridades municipales de Jala y el DIF Municipal. Los objetivos fueron enseñar y fomentar la elaboración de artesanías utilizando como materia prima semillas de maíz de las razas: Jala, Bofo, Bofo-Harinoso de Ocho y Tuxpeño en combinación con semillas de frijol, jojoba, café, durazno, entre otros materiales. El curso tuvo una duración de tres semanas y contó con la participación de 24 mujeres de la comunidad. Entre las artesanías elaboradas se encontraron pulseras, collares, anillos, alhajeros y diferentes adornos. En la misma comunidad de Jala, Nayarit, como una manera de fomentar la conservación *in situ* de la diversidad genética de la raza Jala, se apoyó el concurso del elote más grande del mundo. En el concurso participaron productores de la región que conservan y cultivan esta raza. En el año 2013, por ejemplo, el Sr. José Antioco Elías Partida de la comunidad de Coapan, municipio de Jala ganó el concurso al cosechar un elote de 42 cm de longitud (Figura 13). Del mismo modo se realizaron encuestas a los productores de la región, los resultados indican que 100 % de los encuestados siembran este maíz por su alta calidad de elote, grano y forraje; el 69 % lo siembran por tradición y por el orgullo de participar en el concurso, un 84 % ha participado más de dos veces en el certamen, el cual cumple con más de 30 años de celebrarse (Ramírez-Galindo *et al.*, 2018).



Figura 13. Participantes con el concurso “El Elote más grande del Mundo” en la tradicional feria del Elote en Jala, Nayarit (Foto SNICS).

Derivado de la realización de las actividades también se formaron recursos humanos, entre los que destacan una tesis de doctorado, cinco de maestría y cinco de licenciatura. En relación a las actividades de sensibilización al público en general, se generaron más de 17 publicaciones, dirigidas a la comunidad científica como al público en general, así como diversos materiales de difusión entre folletos, trípticos y videos (Cuadro 26). Adicionalmente, se publicaron resultados en artículos científicos, tesis y otros medios (Ramírez-Galindo *et al.*, 2018).

Con el objetivo de promover y difundir la importancia de la diversidad de maíces nativos se realizaron nueve ferias de semillas en Oaxaca, Sinaloa, Yucatán, Veracruz, Chiapas y Guerrero, así como cinco foros de conservación y manejo sustentable de las razas nativas de maíz. Se estima que participaron más de 5,000 personas (Ramírez-Galindo, 2018).

Cuadro 26. Publicaciones y material de difusión generados por la Red Maíz.

Núm.	Título
Libros	
1	Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. ⁵
2	Calidad Industrial de Maíces Nativos de la Sierra Sur de Oaxaca. ⁶
3	CENTLI MAÍZ. Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico, Glosario Centli. Maíz. ²⁵
4	Cinco Nuevas Razas de Maíz en el Occidente de México. ¹⁰
5	Modelo para la Conservación de Maíces Criollos en el Sureste de Coahuila, México. ¹
6	Integración del Conocimiento Tradicional en el Mejoramiento de los Maíces Criollos de Michoacán. ⁸
7	Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. ³⁰
8	Razas de Teocintle en Michoacán, su origen, distribución y caracterización morfológica. ⁹
Folletos	
9	El Cultivo y Consumo de Maíces Precoces en Yucatán. ^{46,48}
10	Potencial Nutracéutico de los Maíces Pigmentados. ⁴⁹
11	Selección Para el Mejoramiento de Maíz Criollo. ⁴³

Núm.	Título
12	Bancos Comunitarios de Semillas para Conservar in situ la Diversidad Vegetal. ⁴⁵
13	Plan de Desarrollo Regional Estado de México, Maíz (2012-2022). ⁴⁷
Videos	
14	Maíz, Riqueza Natural de México. ⁷⁰
15	Mejoramiento Participativo de Maíces Criollos Azules en el Distrito Federal. ⁶³
16	Razas de Maíz en Oaxaca. ⁶⁸
17	Colecta de Maíces Criollos y Servicios de Conservación y Determinación de Pigmentos en Maíces Criollos Azules del Distrito Federal. ⁶⁴
18	Mejoramiento Participativo del Maíz Nativo de Oaxaca. ⁶⁷
19	Diagnóstico y Aprovechamiento de los Recursos Genéticos del Maíz en el Noroeste de México. ⁷¹
20	Conocimiento tradicional y conservación in situ de maíces nativos en Teziutlán y zona Centro-Occidente del Estado de Puebla. ⁶⁶
21	Jala una Raza de Maíz: El Tradicional Concurso del Elote en Jala-Nayarit. ⁶⁹

Red de Centros de Conservación, durante del período que comprende el informe, esta Red realizó sus actividades, integrada por los siguientes bancos de germoplasma.

- Cinco Centros de Conservación de Semillas Ortodoxas (CC-SO).
- Tres Centros de Conservación de Semillas Recalcitrantes (CC-SR).
- 21 Colecciones de Trabajo.
- Tres Colecciones in vitro.
- 22 Bancos Comunitarios de Semillas.

Para coordinar los trabajos, la Red fue agrupada en cuatro regiones: Sur-Sureste, Centro, Occidente y Norte, en conjunto resguardan más de 60,000 accesiones de germoplasma vegetal de los principales cultivos nativos de México y de otras especies importantes para la alimentación y agricultura a nivel nacional. Principalmente resguarda las colectas hechas por las Redes que integraron el SINAREFI (Córdova *et al.*, 2015).

En la Red de Centros de Conservación participaron 19 instituciones públicas y privadas, así como asociaciones civiles no gubernamentales. El 80 % de los bancos de germoplasma son coordinados por instituciones de enseñanza e investigación, donde destaca la participación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a cargo de nueve bancos de germoplasma y la Universidad Autónoma Chapingo, con la coordinación de siete bancos de germoplasma. En el Cuadro 27 se desglosan los bancos de germoplasma que integraron la Red de Centros de Conservación (Córdova *et al.*, 2015).

Cuadro 27. Distribución de los bancos de germoplasma que integraron la Red de Centros de Conservación.

Modalidad	Nombre	Institución	Ubicación
Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas	Sur-Sureste	CRUS-UACH	San Pablo Etla, Oaxaca
	Occidente	CUCBA-U de G	Zapopan, Jalisco
	Norte	UAAAN	Saltillo, Coahuila
	Centro	UACH	Texcoco, Edo. de Méx.
	ICAMEX	ICAMEX	Metepec, Edo. de Méx.
	Proceso de Acondicionamiento	CP-Montecillo	Texcoco, Edo. de Méx.

Modalidad	Nombre	Institución	Ubicación
Centro de Conservación de Semillas Recalcitrantes	Tropical	INIFAP	Rosario Izapa, Chiapas
	Subtropical	FSSC-CICTAMEX	Coatepec Harinas, Edo. de Méx.
	Templado	UACH	Texcoco, Edo. de Méx.
Colección de Campo	Nochebuena	UACH	Texcoco, Edo. de Méx.
	Sapotáceos	IT-CONKAL	Conkal, Yucatán
	Anonas	INIFAP	Yucatán
	Orquídeas	UV, UNAM, INECOL, OAXACA	Veracruz, D. F., Oaxaca
	Agave	U de Gto.	Irapuato, Guanajuato
	Nogal	INIFAP	Saltillo, Coahuila
	Aguacate	INIFAP/CICTAMEX	Guanajuato/Edo. de Méx.
	Guayaba	INIFAP	Calvillo, Aguascalientes
	Algodón	INIFAP	Iguala, Guerrero.
	Tejocote	UACH	Texcoco, Edo. de Méx.
	Jojoba	INIFAP	Baja California Sur
	Cactáceas	INIFAP	San Luis Potosí
	Vainilla	BUAP	Tenampulco, Puebla
	Chayote	GISeM	Huatusco, Veracruz.
	Ciruela	UACH	Mérida, Yucatán
	Illamas	IT Cd. Altamirano	Cd. Altamirano, Guerrero
	Tigridia	UAEM	Tenancingo, Edo. de Méx.
	Nopal	CRUCEN-UACH	El Orito, Zacatecas
	Papaya	CP-Veracruz	Córdoba, Veracruz
	Echeveria	UNAM	Coyoacán, D.F.
Vid		Veracruz	
Colecciones <i>In vitro</i>	Agave	U de Gto.	Irapuato, Guanajuato.
	Achiote	U de Gto.	Irapuato, Guanajuato
	Camote de Cerro	U de Gto.	Irapuato, Guanajuato
	Orquídeas	UV	Xalapa, Veracruz
	Vainilla	UV	Xalapa, Veracruz
Bancos Comunitarios	Oaxaca (7)	INIFAP	Oaxaca
	Chiapas (2)	INIFAP	Chiapas
	Yucatán (2)	UACH	Yucatán
	Distrito Federal (1)	SPDF	Milpa Alta, DF.
	Chihuahua (1)	SNICS	Bocoyna, Chihuahua
	Oaxaca (1)	Canasta de Semillas	Oaxaca
	Morelos (1)	Canasta de Semillas	Morelos
	Puebla (1)	Canasta de Semillas	Puebla
	Coahuila (1)	Canasta de Semillas	Coahuila
	Estado de México (3)	Canasta de Semillas	Amecameca, Edo. Max.
	Estado de México (1)	FPMNEM	Atlacomulco, Edo. Max.
Puebla (1)	UNAM	Zoateopan, Puebla	

5.5.2. Red Temática REMEFI-CONACYT

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), con el objetivo de promover la colaboración interdisciplinaria para atender problemas de magnitud nacional desde una perspectiva multidimensional de manera articulada entre actores nacionales e internacionales de la academia, gobierno, empresas y sociedad civil, creó el programa de Redes Temáticas (<https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-cientifico/redes-tematicas-conacyt>), que se definen como la asociación voluntaria de investigadores o personas con interés de colaborar para atender un problema prioritario nacional (REMEFI-CONACYT, 2020).

En el 2018 bajo la iniciativa del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), en el marco del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), en colaboración con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se creó la Red Temática Mexicana de Recursos Fitogenéticos (REMEFI) ("<https://remefi.com.mx/>"), con el objeto de contar con un ente coordinador interinstitucional e interdisciplinario para el planteamiento de los proyectos integrales, estratégicos y con impacto nacional que atiendan la pérdida de diversidad y factores de cambio climático, uso de suelo y pérdida de tradiciones y cultura, así como la identificación de acciones prioritarias a corto, mediano y largo plazo en materia de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. La Red Temática está conformada por universidades, centros de investigación, asociaciones civiles, organizaciones no gubernamentales, productores, iniciativa privada y estudiantes. Cabe mencionar que la Red tiene participación internacional con cuatro países, España, Italia, Ecuador y Reino Unido. Participan al menos 62 instancias que conformaban la plataforma del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Los integrantes que conforman la Red son especialistas en nueve disciplinas académicas: agronomía, biología, biología molecular, bioquímica, botánica, ciencias de la tecnología, etnobotánica, fitomejoramiento y horticultura (REMEFI-CONACYT, 2020).



Figura 14. Instancias participantes en la Red Temática Mexicana de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (REMEFI-CONACYT).

5.5.3. Redes Internacionales

En la estructura de la AGRICULTURA, el SNICS es el punto focal y coordinador nacional para los RFAA y el SINAREFI fue el programa para la conservación y utilización de los mismos. De manera formal el SNICS es el coordinador para el intercambio y acceso a la información y otras instituciones como el INIFAP y, la CONABIO también tienen actividades relevantes en la cooperación nacional e internacional. México es miembro fundador

de la Red Mesoamérica de Recursos Fitogenéticos (REMERFI), de la Red del Caribe en Recursos Fitogenéticos (CAPGERNET) y de la Red de América del Norte para los Recursos Fitogenéticos (NORGEN). La participación en estas redes es ahora poco activa. México participa en las reuniones regulares y técnicas de la Comisión de Recursos Genéticos de la FAO y se vincula a los Programas Mundiales para los Recursos Fitogenéticos de la Comisión tomándolos como base para el establecimiento de su Programa Nacional de Recursos Fitogenéticos (INIFAP, 2015).

5.6. EVENTOS ORGANIZADOS

5.6.1. Congresos

La Sociedad Mexicana de Fitogenética (SOMEFI) fue fundada en 1965 y agrupa a profesionistas y estudiantes de Fitogenética y áreas afines, de instituciones de investigación y docencia en México. Entre sus principales objetivos está la difusión de resultados de investigación que obtienen sus asociados en una gran variedad de especies, a través de las diferentes regiones agrícolas de México. Esta difusión se realiza principalmente en los Congresos Nacionales e Internacionales cada dos años, en Reuniones Nacionales sobre tópicos específicos y por medio de la Revista Fitotecnia Mexicana (RFM). Además de la Revista Fitotecnia Mexicana, como medio de difusión del trabajo científico de sus asociados y de los investigadores en general, la SOMEFI publica el Acta Fitogenética de las reuniones científicas, congresos y otros libros con información de interés para la comunidad científica, emanada de las actividades de sus asociados (SOMEFI, 2016).

Congreso 2012. El XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética, se llevó a cabo del 24 al 28 de septiembre de 2012 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. Al evento asistieron estudiantes de posgrado e investigadores nacionales e internacionales, quienes expusieron un total de 467 trabajos (246 presentaciones orales y 221 exposiciones de carteles) en 11 áreas del conocimiento agronómico: Genotecnia, Horticultura, Recursos Fitogenéticos, Biotecnología, Genética Básica y Evolución, Fisiotecnia, Producción y Tecnología de Semillas, Sistemas de Producción, Enseñanza y Divulgación, Recursos Forestales, y Tecnología de Alimentos. Los autores y coautores de estos 467 trabajos asistieron en representación de 83 instituciones nacionales e internacionales de investigación y enseñanza, así como de departamentos de investigación de algunas empresas privadas (Preciado, 2012).

Congreso 2014. El XXV Congreso Nacional y V Internacional de Fitogenética "Biotecnología Agrícola: una Herramienta para el Desarrollo de la Fitogenética", se llevó a cabo del 29 de septiembre al 3 de octubre en las instalaciones del Centro Cultural Universitario Bicentenario de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí a través de la Facultad de Agronomía y Veterinaria y la SOMEFI (González, 2014).

Congreso 2016. En colaboración con la División de Ciencias Agropecuarias de la UJAT, la SOMEFI organizó su Congreso del 26 al 30 de septiembre del 2016. El programa científico comprendió: a) Seis conferencias magistrales de reconocidos investigadores de University of Georgia-USA, Iowa State University-USA, CIAT, Colombia y CINEVESTAV, México, abordando temas importantes sobre Genética Molecular; b) 159 Presentaciones Orales, c) 133 Carteles, d) Tres talleres de actualización sobre Redacción Científica, Uso del Atlas Genómico de

Maíz y Trigo y Manejo de Cacao; e) Un simposio sobre Cacao; f) Concurso de fotografía científica y de Carteles; g) Recorrido de campo por las rutas del cacao, palma de aceite o plátano. Las presentaciones, tanto en forma oral como en cartel, corresponden a 292 trabajos de investigación en las áreas de Biotecnología Vegetal, Enseñanza y Divulgación, Fisiotecnia, Fruticultura, Genética Básica y Evolución, Genotecnia, Horticultura, Producción y Tecnología de Semillas, Recursos Forestales, Recursos Genéticos, Sistemas de Producción y Tecnología de Alimentos. De 83 instituciones participantes, 13 son extranjeras, 40 son universidades, 14 son institutos tecnológicos, 12 son institutos de investigación (SOMEFI, 2016).

Congreso 2018. En el XXVII Congreso Nacional y VII Internacional Fitogenética, se realizó en las instalaciones del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Se presentaron 306 resúmenes de trabajos de investigación. Las áreas cubiertas fueron: Biotecnología Vegetal, Enseñanza y Divulgación, Fisiotecnia, Fruticultura, Genética Básica y Evolución, Genotecnia, Horticultura, Producción y Tecnología de Semillas, Recursos Forestales, Recursos Genéticos, Sistemas de Producción y Tecnología de Alimentos. De 89 instituciones participantes, 16 son extranjeras. Los cultivos que se abordan son: maíz, frijol, arroz y trigo, hortalizas, frutales, forestales, ornamentales y pastos (SOMEFI, 2018).

Congreso Nacional de Recursos Fitogenéticos y 1er Congreso Internacional de Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Agrobiodiversidad. Realizado del 25 al 27 de noviembre del 2015, con la finalidad de fortalecer la vinculación y colaboración interinstitucional e interdisciplinaria, organizado por la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), y financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). En este Congreso se dieron a conocer los trabajos más recientes en materia de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) que han contribuido a la conservación *in situ* (erosión genética, fitomejoramiento participativo, modelos de conservación sustentable y los sistemas tradicionales), conservación *ex situ* (colecciones núcleo y la aplicación de ecogeografía para colectas); así como de aprovechamiento sustentable (denominación de origen, cambio climático y mejoramiento genético). Se contó con la asistencia de más de 250 personas procedentes de instituciones como la UACH, la UV, la UJAT, la UT de la Sierra Sur de Oaxaca, la UNAM, el CP, el CYMMIT y el IPN; siete ponentes magistrales y seis ponentes invitados de la FAO, SNICS, INIAP-Ecuador, Bioversity International, INIA-España, SOMEFI, University of Birmingham, INIFAP, CONABIO, SAGARPA, SPDA Perú, TIRFAA e IMPI; además de 90 exposiciones orales y una exposición de 30 carteles de 34 instituciones de todo el país; así como una exposición de más de 15 stand con agroproductos de la región (CIBIOGEM, 2020).

5.6.2. Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos

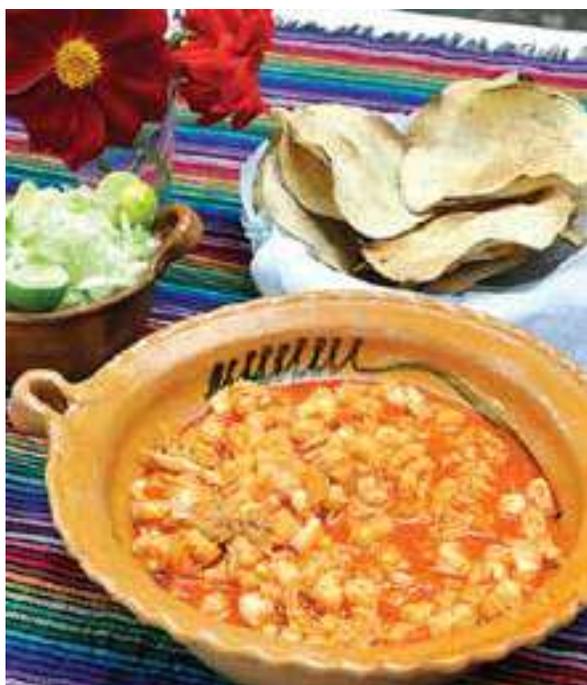
El 18 y 19 de octubre de 2013, en el Parque Bicentenario de la Delegación Miguel Hidalgo de la Ciudad de México, se realizó la 2da Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos, bajo el lema "*Ven y camina con nosotros hacia la conservación y utilización de los cultivos nativos de México*" (Figura 16 y 17) que tuvo como objetivo dar a conocer al público en general las actividades que realiza AGRICULTURA (antes SAGARPA) para la conservación de la diversidad de especies nativas mexicanas y su impacto en la alimentación y la agricultura. Lo anterior en conmemoración del 11º Aniversario de la creación del SINAREFI. Se tuvo un programa de actividades con la participación de todos los actores involucrados en el desarrollo de las actividades inherentes a la conservación, estudio, uso y potenciación de los Recursos Fitogenéticos, para difundir los resultados que se han alcanzado, no sólo en el sector, sino con la sociedad en general en materia de recursos fitogenéticos. Se contó con más de 300 productores de todo el país y la participación de más de 60 diferentes instancias, lo que permitió fortalecer los lazos de colaboración en beneficio de la alimentación y la agricultura de México (SNICS, 2018).

Como parte de la programación del evento se realizó el Simposio de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), titulado "*Diversidad y usos de los Recursos Fitogenéticos en México y América Latina: Importancia económica y sostenibilidad ambiental*" con la participación de expertos, investigadores y profesionistas de instituciones como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la Universidad Autónoma Chapingo, además del SNICS. Los temas presentados se enfocaron en la diversidad y usos de los recursos fitogenéticos en México y América Latina, la contribución de éstos en la seguridad alimentaria; la conservación, manejo y uso de los recursos de tejocote en México, y las acciones sustantivas del SNICS para el fortalecimiento del campo mexicano (SNICS, 2018).

Se realizaron muestras gastronómicas que comprendieron variados platillos, enriquecidos con la impresionante gama de colores, formas y tamaños de las flores de las dalias, y de sus tubérculos, las hierbas silvestres comestibles como son los romeritos y que son inseparables del mole, como lo es la cochinita y el achiote, algunos presentes desde la época prehispánica y que hoy estamos rescatando, a fin de conservar ese gusto que heredamos de nuestros antepasados indígenas (Figura 15).

Las muestras gastronómicas que se presentaron fueron:

- Las dalias orgánicas en la gastronomía
- Achiote en la cocina mexicana
- Cempoalxóchitl flor de la sabiduría del hombre
- Jatropha, cocina verde
- Quelites y verdolaga en tu mesa
- Gastronomía del romerito



Las dalias orgánicas en la gastronomía



Quelites y verdolaga en tu mesa

Figura 15. Muestras gastronómicas durante los festejos del SINAREFI.

Como parte de las actividades desarrolladas se realizaron 15 talleres donde el insumo principal fueron los RFAA. Por ejemplo, el titulado “*diseño floral con bromelias*”. En este taller se elaboraron arreglos florales teniendo como personaje principal a una bromelia, planta ornamental de gran belleza. El llamado “*adopción de plantas en peligro de extinción*”, que tuvo como objetivo hacer conciencia sobre la participación de cada uno de nosotros en la conservación de estas especies promoviendo la adopción de ejemplares de echeverias y cactáceas en peligro de extinción. En el Cuadro 28 se describen los talleres desarrollados y su objetivo (SNICS, 2018).

Cuadro 28. Talleres implementados con RFAA en la 2^{da} Feria de la Agrodiversidad y Agroproductos 2013.

No	Taller	Objetivo
1	Flores de maíz	De la producción de maíz se tiene como subproducto las hojas, que usualmente se usan para envolver tamales, o forraje de ganado. En este taller se presentó como alternativa de uso de dichas hojas la elaboración de flores artesanales.
2	Artesanías en cáscara de tomate	El consumo de tomate en fresco normalmente se ve acompañado del desecho de la cáscara del fruto. En esta actividad se elaboraron flores con este material para la decoración de espacios.
3	Elaboración de terrarios con echeveria	Debido a la dificultad de reproducir las condiciones ambientales óptimas para ciertas especies ornamentales, se recurre a los terrarios para poder disfrutar de sus beneficios en el hogar. En este taller se elaboraron terrarios con echeverias o cactáceas, que el asistente se llevó a casa.
4	Producción de composta y uso en huertos urbanos	La producción de basura es un problema cada vez mayor para la sociedad; en estos desechos el papel de los residuos de alimentos es muy alto por lo que se buscan alternativas de reúso. En la actividad se mostró la metodología y las condiciones para tener un compostero en casa y sus beneficios, así como su uso en la producción de alimentos en un huerto urbano.
5	Esferas de semillas	La actividad se centró en pegar semillas de diferentes colores y formas sobre una esfera de unicel dando un decorado artístico en forma de esferas, que pueden ser utilizadas como centros de mesa u otra decoración.
6	Taller de pintura	Se desarrolló el lado creativo del participante al invitarlo a elaborar una pintura con la temática central algunos de los cultivos de la MacroRed Impulso (Romerito, Quelites y Verdolaga).
7	Dijes de barro con quelites	La importancia de los quelites se ha menospreciado por mucho tiempo, pero debido al potencial de estas plantas en la alimentación y en la gastronomía se ha realizado trabajos de investigación y difusión de estos recursos. Este taller consistió en la elaboración de dijes de barro teniendo como figura central los quelites.
8	Manteletas con dalia	La Dalia además de ser una flor de gran elegancia, también se ha consumido e integrado dentro de la gastronomía. En este taller se elaboraron manteletas con diseños de Dalia, como flor nacional, que los asistentes se llevaron a casa como adorno.
9	Tablillas de barro de tigridia	Se elaboraron tablillas de barro usando como tema a las tigridias para hacer imanes para refrigerador, mismos que los asistentes se llevaron a sus hogar y tener por siempre a esta hermosa flor.
10	Fitolebrijes	Se usaron hojas de reciclaje para hacer alebrijes, con la particularidad de que en vez de tener animales fantásticos se elaboraron plantas únicas y hermosas que salieron de la imaginación del participante.
11	Elaboración de joyería artesanal ecológica	Con semillas del campo mexicano se realizó joyería (pulseras, collares y aretes) que fortalece la apreciación de ese maravilloso recurso que es la diversidad de semillas.
12	Adopción de plantas en peligro de extinción	El objetivo fue hacer conciencia sobre la participación de cada uno de nosotros en la conservación de estas especies, promoviendo la adopción de ejemplares de echeverias y cactáceas que se encuentran en peligro de extinción.
13	Diseño floral con bromelias	Se elaboraron arreglos florales teniendo como personaje principal a una bromelia, planta ornamental de gran belleza.
14	Modelo casero de verdolaga hidropónica	La producción de alimentos requiere de áreas específicas para su producción, pero gracias a sistemas caseros como traspatio, huertos, invernaderos, entre otros se ha permitido la generación directa de alimentos por parte del consumidor final. En este taller se dieron las bases para producir verdolaga bajo un sistema de hidroponía en la comodidad del hogar.
15	Conociendo las Orquídeas con todos los sentidos	Las orquídeas son plantas hermosas, por lo que, debido a la sobreexplotación, varias especies se encuentran en peligro de desaparecer. Este taller dio a conocer estas maravillosas plantas a través de los sentidos para poder admirarlas a plenitud.

Se desarrollaron actividades infantiles como: armables, dibujos para iluminar. Los niños se dedicaron a armar un recurso fitogenético (maíz, chile, calabaza o tigridia) con el fin de reforzar su capacidad para seguir indicaciones. Iluminaron de la misma manera el cultivo preferido desarrollando su imaginación y creatividad. En lo-

tería “Siembra Risas” (Figuras 16 y 17), el juego de la lotería ampliamente difundido en México, es un juego de azar en el que los participantes colocan semillas de frijol en tablas con ilustraciones en la medida en que las imágenes ahí impresas coinciden con las extraídas de un mazo de cartas, representadas por los 45 Cultivos Nativos de México atendidos por el SINAREFI de una manera más fácil, divertida y entretenida. La difusión de estas acciones entre la población en general fue clave para conocer y valorar la riqueza genética como país, incrementar el aprovechamiento sustentable y favorecer la conservación (SNICS, 2018).



Figura 16. Cartel conmemorativo de la 2da Feria de la Agrobiodiversidad y Agroproductos.



Figura 17. Actividades de la 2da Feria de la Agrobiodiversidad y Agroproductos

5.6.2. Eventos Internacionales

Simposio de Recursos Genéticos para las Américas y el Caribe (SIRGEAC). Es el principal foro del continente donde se exponen los conocimientos y experiencias de Conservación, Uso, Creación de Capacidades y Políticas en Recursos Genéticos para la y Alimentación y la Agricultura de plantas, animales, microbios y acuáticos de la región. En el SIRGEAC se analizan y proponen las tareas prioritarias para la región de manera bianual. El SIRGEAC fue organizado en Guadalajara en el 2017 con énfasis en el efecto del Cambio Climático en los Recursos Genéticos. Participaron 327 asistentes provenientes de 27 países de la región (INIFAP, 2015).

Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica en su versión No. 13 y la Reunión de sus dos protocolos la COP-MOP-08 del Protocolo de Cartagena y la COP-MOP-02 del Protocolo de Nagoya.

Realizada en diciembre de 2016, en la Ciudad de Cancún, Quintana Roo, México; el tema principal fue la integración de la Biodiversidad en los sectores productivos (Agrícola, Turismo, Forestal, Pesca y acuicultura,), así mismo fue la primera vez que se realizaron de manera simultánea las tres reuniones y también que participaran ministros e integrantes de los sectores productivos que forman parte del Convenio de Diversidad Biológica (CDB). México fue sede derivado del compromiso que como país megadiverso tiene en la conservación y uso sustentable de la biodiversidad (COP13, 2020).

El tema principal de la COP-13 fue la integración de la biodiversidad en los sectores productivos y de manera particular en el sector agrícola. Las resoluciones se encuentran disponibles en la dirección <https://www.cbd.int/conferences/2016/cop-13/documents/UNEP/CBD/COP/13/L31> y donde se establecen las acciones a implementar. México asumió la presidencia de la COP-13 durante los años 2017 y 2018. Su principal objetivo como país fue la integración de la diversidad biológica en las políticas y prácticas agrícolas, así como en otros sectores, considerada esencial para alcanzar la seguridad alimentaria evitando al mismo tiempo mayores daños irreversibles al medio ambiente. Derivado de los trabajos de la Conferencia de las Partes y sus Protocolos se revisaron, discutieron y aprobaron 79 documentos de los cuales 42 pertenecen a la COP-13 CDB, 21 a la COP-MOP8 Protocolo de Cartagena y 16 a la COP-MOP2 Protocolo de Nagoya (COP13, 2020).

Luego de la COP-13, en México, el SNICS como punto focal identificó las siguientes actividades sustantivas:

- Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)
 1. Medidas estratégicas para intensificar la implementación del plan estratégico para la diversidad biológica 2011-2020 e impulsar el logro de las Metas de Aichi para la diversidad biológica, incluido con respecto a la integración y la incorporación de la biodiversidad en todos los sectores <https://www.cbd.int/conferences/2016/cop-13/documents/UNEP/CBD/COP/13/L31>.
 2. Glosario de términos y conceptos clave pertinentes para usar en el contexto del artículo 8 j) y disposiciones conexas <https://www.cbd.int/conferences/2016/cop-13/documents/UNEP/CBD/COP/13/L22>.
 3. Tarea 15 del programa de trabajo plurianual sobre la aplicación del artículo 8 j) y disposiciones conexas: directrices sobre prácticas óptimas para la repatriación de conocimientos indígenas y tradicionales. <https://www.cbd.int/conferences/2016/cop-13/documents/UNEP/CBD/COP/13/L14>.
 4. Directrices voluntarias MO'OTZ KUXTAL 8j) <https://www.cbd.int/conferences/2016/cop-13/documents/UNEP/CBD/COP/13/L38>.
 5. Información digital sobre secuencias de los recursos genéticos. <https://www.cbd.int/conferences/2016/cop-13/documents/UNEP/CBD/COP/13/L29>. <https://www.cbd.int/>

conferences/2016/np-mop-2/documents/UNEP/CBD/NP/COP-MOP/2/L11.

6. Creación de capacidad, cooperación científica y técnica, transferencia de tecnología y el mecanismo de facilitación. <https://www.cbd.int/conferences/2016/cop-13/documents/UNEP/CBD/COP/13/L33>. <https://www.cbd.int/conferences/2016/np-mop-2/documents/UNEP/CBD/NP/COP-MOP/2/L13>.
7. Mecanismo Financiero. <https://www.cbd.int/conferences/2016/cop-13/documents/UNEP/CBD/COP/13/L37>.
8. Protocolo de Nagoya.
9. El centro de intercambio de información sobre acceso y participación en los beneficios e intercambio de información (artículo 14). <https://www.cbd.int/conferences/2016/np-mop-2/documents/UNEP/CBD/NP/COP-MOP/2/L7>.



5.7. BIBLIOGRAFÍA

- BanGERMex. Sistema de Información de Bancos de Germoplasma Mexicano. (2020, 20 septiembre). ¿Qué es el BanGERMex?. <https://www.gob.mx/snics/es/articulos/que-es-el-bangermex?idiom=es>
- CIBIOGEM. Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados. (2020, 20 septiembre). Segundo Congreso Nacional de Recursos Fitogenéticos y Primer Congreso Internacional. <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/eventos/calendario-de-eventos-cientificos/evento/59-segundo-congreso-nacional-de-recursos-fitogeneticos-y-el-primer-congreso-internacional>
- COLPOS. Colegio de Postgraduados. (2020, 20 septiembre). Educación. <http://www.colpos.mx/wb/index.php/educacion/oferta-educativa>
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2020). Informe de actividades 2017-2019. CDMX. 38 p.
- COPI3. Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2020, 20 septiembre). Integrando la Biodiversidad para el Bienestar. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/405209/FORMA_ESP_SEMARNAT.pdf
- Córdova, L., P. López, P. Reyes, A. Villegas, J. Cadena, L. Mera, R. Lépiz, R. González y O. Gámez. (2015). Resultados en conservación, uso y aprovechamiento sustentable de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. *Anidta*. México 330 p.
- CSAEGRO. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. (2020, 20 septiembre). Acciones y Programas. <https://csaegro.agricultura.gob.mx/acciones-y-programas/archivo>
- Gámez-Montiel O., E. Villavicencio-Gutiérrez, M. A. Serrato-Cruz, J. M. Mejía-Muñoz, M. G. Treviño-de Castro, H. L. Martínez González, M. Rodríguez-Olvera, L. Granada-Carreto, M. Flores-Cruz, J. Reyes-Santiago, M. Á. Islas-Luna, E. Salomé-Castañeda, R. A. Menchaca-García, C. M. Espadas-Manrique, L. Hernández-Sandoval, L. M. Vázquez-García, M. T. B. Colinas-León, F. Martínez-Martínez, O. Vargas-Ponce & E. Ríos-Santos. (2017). Conservación y aprovechamiento sostenible de especies ornamentales nativas de México. *Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo*. México. 152 p.
- González, V. (2014). Reseña del Congreso de la SOMEFI 2014. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 37 (3): 192
- INIFAP. (2015). El estado de la Biodiversidad para la Alimentación y la Agricultura en México. México 368 p.
- Molina M., J. C. y L. Córdova T. (eds.). (2006). Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. 172p.
- Preciado, R. (2012). Reseña del Congreso de la SOMEFI. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. 35 (4) 5
- Ramírez-Galindo J., y R. González-Santos. 2018. Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México. *Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas*. México. 138 p.
- Ramírez-Galindo J., Cruz-Castillo J. G., Gallegos-Vázquez C., Espindola-Barquera M. de la C., Nieto-Ángel R., Avendaño Arrazate C. H., Domínguez-Álvarez J. L., Villegas-Monter A., Ávila-Reséndiz C., Arreola-Ávila J., Armella-Villalpando M.A., Hernández-Fuentes L. M., Padilla-Ramírez J. S., Betancourt-Olvera M., Moreno Martínez J. L., y Méndez-Valverde A.R. (2016). Conservación y aprovechamiento sostenible de frutales nativos de México. *Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo*. México. 156 p.
- REMEFI-CONACyT. Red Temática Mexicana de Recursos Fitogenéticos. (2020, 20 septiembre). ¿Quiénes somos? <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/carteles/12943-red-recursos-fitogeneticos/file>
- AGRICULTURA. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020, 20 septiembre). Acciones y Programas. https://www.gob.mx/agricultura/archivo/acciones_y_programas
- SAGARPA. Centro de Integración de la Biodiversidad. (2020, 20 septiembre). Convocatoria. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/384489/Convocatoria_cadenas_de_valor_FIN.PDF
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020, 20 septiembre). Acciones y Programas. https://www.gob.mx/semarnat/archivo/acciones_y_programas
- SNICS. Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2018). Informe de Rendición de Cuentas de Conclusión de la Administración 2012-2018. CDMX. 57 p.
- SNICS. Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2020, 20 septiembre). El registro de variedades en México. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/el-registro-de-variedades-en-mexico>
- Solís A. G., L. Córdova T., D. Reyes L., L. Alcaraz M., J. F. Gómez L., R. Lépiz I., E. Espitia R., M. del R. Tovar G., M. Hernández M., & J. C. Pérez de la C. (2018). Conservación y aprovechamiento sostenible de cultivos básicos e industriales nativos de México. *Universidad Autónoma Chapingo y Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas*. México. 88p.
- Solís A. G., L. M. Mera O., D. Castro L., L. L. Pinzón L., R. Noguez H., E. Casanova G. & A. R. Méndez V. (2017). Conservación y aprovechamiento sostenible de especies vegetales tradicionales de México. *Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo*. México. 108 p.
- SOMEFI. (2016). Acta Fitogenética. Bulmaro Coutiño Estrada e Iván Ramírez Ramírez (Eds.). 3 (1). 5-277
- SOMEFI. (2018). Acta Fitogenética. Nicacio Cruz Huerta e Ivan Ramírez (Eds.). 5 (1): 5-306.
- UACH. Universidad Autónoma Chapingo. (2020, 20 septiembre). Oferta educativa. <https://www.chapingo.mx/oferta-educativa/>
- Vera-Sánchez, K.S., Cadena-Iñiguez, J., Latournerie-Moreno, L., Santiago-Hernández, J.F., Rodríguez Contreras, A., Basurto-Pena, F.A., Castro-Lara, D., Rodríguez-Guzmán, E., López-López, P., Ríos-Santos, E. (2016). Conservación y utilización sostenible de las Hortalizas Nativas de México. *Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas*, México. 132.



CAPÍTULO 6

MARCO JURÍDICO SOBRE RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA



|

6.1. RESUMEN

Reconociendo la relevancia de los recursos fitogenéticos y la necesidad de su adecuada conservación y aprovechamiento sustentable, es fundamental construir un marco normativo que establezca reglas claras para su acceso y promoción, considerando los derechos de los agricultores y los mecanismos para la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso.

Se hace una revisión de los principios, aportaciones y situación actual de México con respecto a los acuerdos internacionales, incluyendo el Convenio de la Diversidad Biológica, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización. Se analiza el marco legal nacional, en el que se refleja la evolución que estos temas han tenido en nuestro país, aunque se requiere una revisión para su adecuada complementariedad.

Considerando la experiencia internacional y el aprendizaje propio de las últimas décadas, se estima que México no puede aplazar el desarrollo de una legislación específica, con una visión integral y armonizada con el marco regulatorio vinculado, que defina políticas, principios y mecanismos de participación, coordinación y estrategia, y que sea complementada con el fortalecimiento de las capacidades nacionales.

6.2 INTRODUCCIÓN

La riqueza de México en su diversidad biológica ha sido reconocida desde siempre. El papel de las plantas en la alimentación, salud y cultura prehispánica, se encuentra referenciado en la arqueología, los códices, las tradiciones, hasta nuestros días. Sin embargo, en lo que respecta a las regulaciones, el tema parece mantenerse en un estado de análisis y reflexión, con ciertos avances y acciones focalizadas, pero sin concretarse en una legislación específica que promueva la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos fitogenéticos, reconociendo y garantizando los derechos de los agricultores como sus custodios y desarrolladores, y con mecanismos para el acceso y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso.

En las últimas dos décadas se dieron pasos importantes: la incorporación específica en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 de la preservación de la diversidad biológica, y particularmente del “material genético”, para “*promover el acceso a recursos genéticos como activos primordiales para el desarrollo del país*”²; la disposición del Artículo 102 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable para la coordinación de “*políticas, acciones y acuerdos internacionales sobre conservación, acceso, uso y manejo integral de los recursos fitogenéticos*”; la puesta en marcha de un programa especial por parte de SAGARPA, ahora AGRICULTURA, denominado Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, como un mecanismo para la integración de acciones entre distintas instituciones, organizaciones, universidades y agricultores, sumando

² Objetivo rector 5, Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006

esfuerzos y voluntades para atender la conservación y usos sostenible de los recursos fitogenéticos; más recientemente se tiene la suscripción de México del Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización.

Del 2001 al 2019 a nivel federal se han presentado diversas iniciativas: Ley Federal de Acceso y Aprovechamiento de los Recursos Genéticos (Senado, 2001), que no fue aprobada; Ley de Conservación y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (Diputados, 2007), que no fue aprobada; Ley General de Biodiversidad (Senado, 2016), que no fue aprobada; y la Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo (2020), que fue aprobada.

El trabajo de legislar el tema, denota el interés y la legítima preocupación por la conservación de la biodiversidad, y particularmente por la integración al marco regulatorio la protección, no sólo de las especies y sus hábitats, sino también de los recursos fitogenéticos, como material genético vegetal cuyo valor está dado por la intervención humana, por su conservación, desarrollo y conocimiento vinculado.

El tema de la biodiversidad cobró importancia en tiempos recientes (finales de la década de los 80), cuando en el ámbito internacional se desarrolló el debate que derivó en el Convenio de la Diversidad Biológica de 1992, y el reconocimiento de la aportación de generaciones de agricultores que sentó las bases para los Derechos del Agricultor. En el ámbito nacional se adecuó la Constitución Política para incorporar temas ambientales en 1987 y se promulgó la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, en 1988). Esto imprime un avance, al reconocer los recursos más allá del tema ambiental (agua, aire, suelo), e incorporar el conocimiento sobre nuestra riqueza genética, y la reflexión sobre su situación no como un patrimonio de la humanidad, sino como una herencia y posesión de cada país, por lo que las decisiones sobre su reconocimiento, valoración y gestión debían ser una decisión soberana.

Aunque la LGEEPA ha sido objeto de diversas reformas para realizar adecuaciones conforme la experiencia y desarrollo adquiridos, en tiempos recientes parece ser que el eje conductor es la preocupación por los avances biotecnológicos y los organismos genéticamente modificados.

Por tanto, se requiere no sólo un instrumento específico, sino una visión integral que permita clarificar políticas públicas de largo plazo para la conservación de la agrobiodiversidad, y particularmente para el acceso, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, así como para compartir los beneficios derivados de su uso.

El análisis que se presenta, que no pretende ser exhaustivo, se espera resulte útil como referencia para la eventual definición de mecanismos regulatorios que permitan cumplir los objetivos de conservación, protección, fomento, estudio, valoración y generación de beneficios derivados de la riqueza de recursos fitogenéticos que representen desarrollo y fortalecimiento para las comunidades y la sociedad en su conjunto.

6.3. CONTEXTO INTERNACIONAL

México como centro de origen, domesticación y diversidad genética, ha sido históricamente relevante para el conocimiento de las especies y su uso. En los códices se documenta la admiración que esta diversidad causó en el siglo XVI, y Alexander von Humboldt se le atribuye la descripción de nuestro territorio como el cuerno de la abundancia en el siglo XIX.

La visibilidad de la riqueza genética de México se ha mantenido en el mundo a través de especies emblemáticas como el maíz, la nochebuena, la vainilla, entre muchas otras que han sido ampliamente descritas en este Informe Nacional, por ejemplo, el estudio sistemático de la diversidad genética del maíz en los trabajos de E.J. Wellhausen en la década de los 50's, continuados por Efraín Hernández X., y que impulsó a generaciones de científicos en recursos fitogenéticos.

El estudio, conservación y potenciación de los Recursos Fitogenéticos han llevado a la reflexión sobre las condiciones para el acceso al germoplasma y contar con mecanismos que permitan compartir los beneficios derivados de su aprovechamiento. Es así que México ha tenido una participación activa en los organismos internacionales, donde mantiene una postura abierta para el intercambio, la investigación y el desarrollo, bajo condiciones que garanticen su protección y el equilibrio de condiciones por los poseedores de los recursos fitogenéticos.

México forma parte de diversos instrumentos internacionales, que para el tema que nos ocupa en este Capítulo se presentan aquellos vinculados directamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Situación de México en instrumentos internacionales relacionados con recursos fitogenéticos.

Instrumento	Fecha de Firma / accesión MX	Fecha de Ratificación MX	Fecha decreto promulgación (D.O.F.)	Entrada en vigor	Partes
Convenio de la Diversidad Biológica	13/junio/1992	11/marzo/1993	7/mayo/1993	29/diciembre/1993	196
Protocolo de Nagoya	24/febrero/2011	16/mayo/2012	10/octubre/2014	12/octubre/2014	127
Tratado de Budapest sobre el Reconocimiento Internacional del Depósito de Microorganismos a los Fines del Procedimiento en Materia de Patentes	21/Diciembre/2000	-	10/Abril/2001	21/Marzo/2001	82
Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales	25/julio/1979	9/julio/1997	20/mayo/1998 (Decreto aprobación: 27/Diciembre/1995)	9/Agosto/1997	76
Instrumento	Fecha de Adopción	Entrada en vigor	Situación México		Partes
Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura	3/noviembre/2001	29/junio/2004	México no es parte del Tratado		148

Fuente: Elaboración propia con base en listados de partes contratantes de cada instrumento, y en el diario oficial de la federación; situación al 20 de noviembre de 2020.

6.3.1. Compromiso Internacional

México estuvo presente en 1983, cuando fue creada la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGA), en el seno de la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que adoptó el Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos³, que constituye la primera referencia internacional para integrar esfuerzos para su conservación y aprovechamiento.

El objetivo del compromiso señalado, suscrito por 113 países, fue asegurar la prospección, conservación, evaluación y disponibilidad de los recursos fitogenéticos de interés económico o social, particularmente aquellos relacionados con la agricultura. Esto involucra el mejoramiento de las plantas con fines científicos, reconociendo la relevancia de los recursos fitogenéticos para la investigación y el desarrollo de la agricultura; también se esbozó los principios que siguen vigentes respecto a la conservación, utilización, y la distribución equitativa de los beneficios obtenidos. No obstante, el compromiso presentaba dos limitaciones que habrían de ser reconsideradas en el transcurso de los siguientes años:

- El reconocimiento de que los recursos fitogenéticos son un patrimonio de la humanidad: es decir, establecía el libre acceso bajo el principio de que su disponibilidad no debía estar restringida; no obstante, esto representaba desequilibrios al considerar la gran riqueza de recursos genéticos en países en desarrollo, y las capacidades para conservarlos y mejorarlos en los países desarrollados. Los países se comprometían a brindar el acceso y exportación de muestras de recursos fitogenéticos, aunque se esbozaba desde ese entonces la posibilidad de establecer condiciones mutuamente acordadas, al interpretar que el libre acceso no significaba gratuidad.
- El carácter de Compromiso no vinculante, es decir, de adhesión voluntaria, y por tanto una clase de exhorto a los países para aplicar los principios establecidos en el mismo, sin que tuviera obligaciones jurídicamente vinculantes, por lo que no se estaba obligado a responder por el incumplimiento.

Las aportaciones del citado Compromiso son innegables, dando inicio al Sistema Mundial sobre los Recursos Fitogenéticos, que incluía la coordinación de los Centros Internacionales⁴, las colecciones de los Bancos de Germoplasma, los Sistemas de Información y Alerta, así como los Informes sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el mundo y el Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Se detectó la necesidad de contar con un Fondo para el financiamiento de las actividades derivadas de la conservación y uso de los recursos fitogenéticos.

Los temas revisados en el marco de dicho compromiso internacional son diversos, un tema ampliamente discutido fue que el diseño de acceso parecía responder más al intercambio científico entre colecciones o bancos de germoplasma, limitando a los agricultores sobre el acceso a dichos recursos. Otro tema de análisis fue el relacionado a la propiedad intelectual a través de un derecho de obtentor en términos de lo dispuesto en el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, que concluyó en que este no

³ Resolución 8-83.

⁴ Del Consorcio al que pertenece el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).

resultaba incompatible con el Compromiso Internacional; esta postura se mantiene actualmente, no sólo al ratificar la posibilidad de coexistencia, sino incluso la complementariedad como instrumento de distribución de beneficios.

En 1989⁵ los países signatarios del acuerdo señalado reconocen la contribución pasada, presente y futura de los agricultores a la conservación y desarrollo de los recursos fitogenéticos, como base de la producción agrícola, que fundamentó los “*derechos del agricultor*”, para asegurar la conservación, brindar asistencia a los agricultores y sus comunidades, y permitirles participar de los beneficios que se deriven del uso de dichos recursos fitogenéticos.

En 1991⁶ la conceptualización de los recursos fitogenéticos como un patrimonio de la humanidad, evolucionó para reconocer la “*soberanía absoluta de los Estados sobre sus recursos fitogenéticos*”. En esa misma Resolución se establece que los derechos del agricultor se aplicarán por medio de un Fondo Internacional que apoyará los programas de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos, especialmente para los países en desarrollo.

Al suscribir dicho Compromiso, México se comprometió a garantizar la adopción de medidas legales y de cualquier índole para proteger y conservar los recursos fitogenéticos.

6.3.2. Convenio de la Diversidad Biológica

Los avances del Compromiso Internacional y los trabajos de la CRGA, evolucionaron hacia el establecimiento del Convenio de la Diversidad Biológica (CDB) en 1992, en la llamada Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil.

El CDB es un instrumento internacional de carácter jurídicamente vinculante, lo que es su primer acierto relevante. Además, es un parteaguas al establecer que los Estados tienen el derecho soberano sobre sus propios recursos, conforme sus políticas y decisiones; es decir los recursos dejan de ser un patrimonio de la humanidad y pasan a ser un derecho soberano de los Estados. El CDB plantea tres objetivos básicos: la conservación de la diversidad biológica; la utilización sostenible de sus componentes, y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización.

Entre las importantes aportaciones del CDB, se encuentra la inclusión del respeto y preservación de los conocimientos, innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales, que continúa siendo un tema de análisis y discusión en foros internacionales, como el Comité Intergubernamental de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual sobre Propiedad Intelectual y Recursos Genéticos, Conocimientos Tradicionales y Folclore (IGC-GRTKF), donde se pretende convenir un instrumento jurídico para su reconocimiento y protección, que permita preservar el patrimonio cultural y promover la innovación, reconociendo la dinámica cambiante propia de estas tres materias.

⁵ Resolución 4-89.

⁶ Resolución 3-91.

El CDB establece en su artículo 15 la facultad de los gobiernos nacionales para regular el acceso a los recursos genéticos, brindando facilidades para el acceso bajo condiciones mutuamente convenidas, y con el consentimiento fundamentado previo. Los países convinieron en continuar el estudio de los mecanismos que permitieran complementar el CDB y el Sistema Mundial para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos, especialmente en lo relativo a la situación de las colecciones *ex situ* que fueron adquiridas en forma previa al CDB (particularmente de los Centros Internacionales), y también la precisión de los derechos de los agricultores⁷.

Desde 1992 los países manifestaron la necesidad de establecer Planes de Acción para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos, así como estrategias para promover la diversificación de cultivos, la investigación y aprovechamiento de plantas y cultivos poco conocidos, pero potencialmente útiles, y el fortalecimiento de las capacidades, tanto de instituciones como de los propios agricultores.

El CDB establece acciones de fomento a la investigación y educación técnica y científica, así como al establecimiento de medidas económicas que incentiven la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. También introduce las bases para el acceso a los recursos genéticos, bajo condiciones mutuamente acordadas, y previo consentimiento fundamentado previo.

Al ser México signatario del CDB, tiene el compromiso de elaborar estrategias y programas nacionales que contribuyan a la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, estableciendo acciones de conservación *in situ*; de conservación *ex situ*, y para la utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica.

6.3.3. Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA)

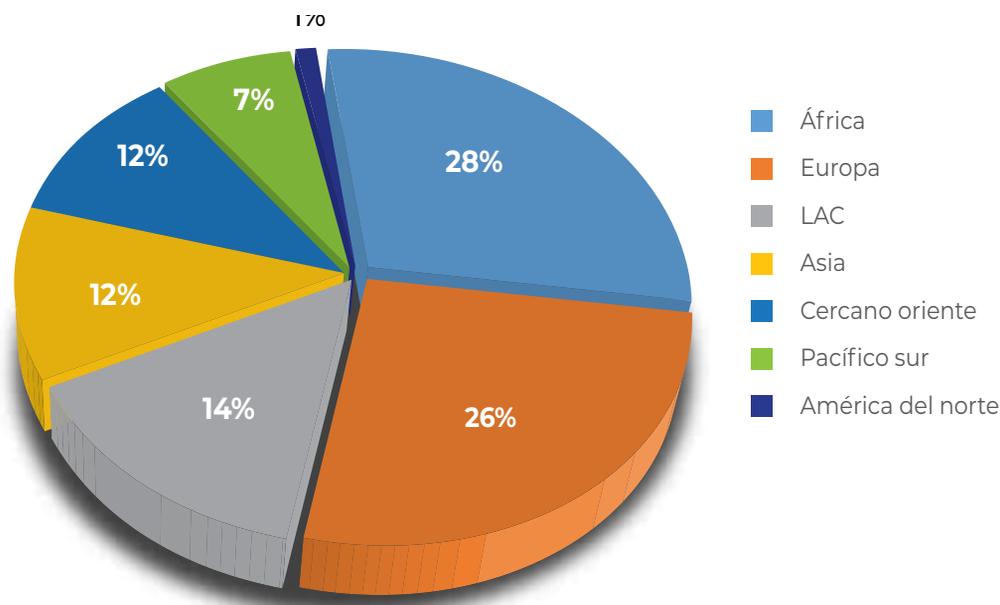
Los antecedentes del TIRFAA datan de la Conferencia Técnica Internacional sobre los recursos fitogenéticos efectuada en Leipzig, Alemania en junio de 1996, donde 150 países adoptaron el Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los recursos fitogenéticos, el cual proporciona un marco internacional para su conservación, exploración, recolección, caracterización evaluación y documentación.

En 2001 la Conferencia de la FAO adoptó el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, instrumento jurídicamente vinculante, específico para los recursos fitogenéticos, cuyo objetivo es su conservación y utilización sostenible, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización. Tiene como principales aportaciones el reconocimiento pleno del derecho del agricultor, y el sistema multilateral para facilitar el acceso a los recursos fitogenéticos.

El TIRFAA es el primer instrumento jurídicamente vinculante derivado del Convenio sobre la Diversidad Biológica, que reconoce las características especiales y distintivas de los recursos fitogenéticos y su particular relevancia para el fitomejoramiento y para la seguridad alimentaria.

⁷ Comisión de Recursos Fitogenéticos, 1ª reunión extraordinaria, 1994.

El TIRFAA entró en vigor el 29 de junio de 2004, y al 20 de noviembre de 2020 tiene 148 partes contratantes (Figura 1). Cerca de la tercera parte (42 países) son países africanos, en similar proporción son europeos (39), 29 de América Latina y el Caribe, entre los que se encuentra Brasil, país con la mayor diversidad biológica del mundo, pero no México ni Colombia, que son los países megadiversos de la región. Es importante resaltar que de los 12 países megadiversos que albergan 70 % de la diversidad biológica del mundo, China ocupa el segundo lugar y no es parte del Tratado (Cuadro 2).



Fuente: Elaboración propia con base en la Lista de Partes Contratantes del sitio de la FAO (<http://www.fao.org/plant-treaty/countries/membership/en/>)

Figura 1. Miembros del TIRFAA.

Cuadro 2. Lista de algunos países miembros y países megadiversos que no son miembros del TIRFAA.

Región	País	Miembro
África	Congo	Sí
	Kenia	Sí
	Madagascar	Sí
	Sudáfrica	No
América Latina y el Caribe	Brasil	Sí
	Costa Rica	Sí
	Ecuador	Sí
	Perú	Sí
	Venezuela	Sí
	Colombia	Sólo firma
	República Dominicana	Sólo firma
	México	No

Región	País	Miembro
Asia	Filipinas	Sí
	India	Sí
	Indonesia	Sí
	Malaysia	Sí
	China	No
Norteamérica	Canadá	Sí
	EE.UU.	Sí
Oceanía	Australia	Sí
	Papúa Nueva Guinea	Sí

Fuente: Elaboración propia con base en la Lista de Partes Contratantes del sitio de la FAO (<http://www.fao.org/plant-treaty/countries/membership/en/>)

De acuerdo con la clasificación económica del Banco Mundial, 7 de cada 10 miembros son países en vías de desarrollo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Miembros del TIRFAA conforme su nivel de ingreso.

Países en vías de desarrollo	Ingreso bajo	27	18%
	Ingreso mediano bajo	41	28%
	Ingreso mediano bajo	35	24%
Países desarrollados	Ingreso alto	45	30%
Suma		148	100%

Fuente: Elaboración propia con base en la Lista de Partes Contratantes del sitio de la FAO (<http://www.fao.org/plant-treaty/countries/membership/en/>)

Los principales elementos del Tratado pueden resumirse en:

- Conservación y utilización sustentable, bajo una óptica integral
- Derechos del Agricultor
- Distribución justa y equitativa de beneficios
- Sistema Multilateral de acceso y distribución de beneficios
- Cooperación y asistencia técnica

El Tratado precisa conceptos y establece acciones para la exploración, colecta, evaluación, documentación, investigación y utilización de los recursos fitogenéticos; precisa que cada país, conforme su legislación nacional, habrá de establecer políticas, acciones y medidas normativas que promuevan estrategias integrales para la gestión de sus recursos fitogenéticos; establece adicionalmente, instrumentos como el Plan de Acción Mundial, el Sistema Mundial de Información y las Redes internacionales de recursos fitogenéticos, como medios para la implementación, cooperación y fortalecimiento de capacidades.

El propósito del Sistema Multilateral es facilitar el acceso de los recursos fitogenéticos para mantener el intercambio de germoplasma con fines de investigación, y compartir los beneficios que se deriven de su aprovechamiento, lo que resulta aplicable en forma obligatoria a un listado limitado de cultivos (35 alimenticios y 29 forrajeros), entre los que se encuentran maíz, frijol, arroz y trigo, que son los principales cultivos en el mundo; algunas especies como manzana y fresa, pero no otras especies de gran relevancia en la agricultura, como la caña de azúcar, la soya o el jitomate, ni cultivos industriales, como el café.

El tratado incorporó las colecciones *ex situ* de los Centros Internacionales de Investigación Agrícola del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)⁸ ubicado en México, a fin de dar certidumbre al manejo del germoplasma incorporado en forma previa, que es distribuido mediante la suscripción de un Acuerdo Normalizado de Transferencia de Material (ATM). A este mecanismo se han sumado 5.6 millones de muestras; se han registrado cerca de 78 mil Acuerdos de Transferencia para el envío de muestras a 181 países⁹.

Si bien el Tratado busca el acceso facilitado, puesto que su propósito es mantener el flujo de germoplasma, establece condiciones claras respecto del propósito del acceso, para conservación, utilización para la investigación, mejoramiento y capacitación, con énfasis en la alimentación, disposiciones precisas con respecto a los derechos de propiedad intelectual, y la suscripción de un ATM, en el que se establecen condiciones mutuamente acordadas para la distribución de los beneficios derivados de la utilización comercial del recurso al que se ha tenido acceso.

Estos beneficios pueden ser monetarios (por ejemplo, cuotas por acceso, o conforme las condiciones específicas convenidas, financiamiento de proyectos, pagos de regalías) y no monetarios (intercambio de información, acceso y transferencia de tecnologías, fortalecimiento de capacidades). También se prevén aportaciones voluntarias como parte de la estrategia de financiación.

El Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (Global Crop Trust) establecido en 2004, tiene como propósito fundamental disponer de financiamiento para la implementación de las acciones del Tratado, particularmente para las colecciones *ex situ*, garantizando no sólo su conservación y ampliación, sino su accesibilidad.

El Fondo de Distribución de Beneficios (BSF) está focalizado al financiamiento de proyectos dirigidos hacia pequeños agricultores y la agricultura sustentable de países en vías de desarrollo. Las actividades incluyen conservación, caracterización y desarrollo de los recursos fitogenéticos para hacerlos disponibles a los pequeños agricultores, para mejorar su desarrollo y la seguridad alimentaria. De acuerdo con la información publicada en Agosto de 2020¹⁰, se han hecho disponibles 10 mil nuevas accesiones a través del Sistema Multilateral; 4.4 mil accesiones se han genotipado; se han capacitado 80 mil personas; se han desarrollado 200 nuevas variedades locales; se han establecido 80 bancos comunitarios de semillas, y se ha beneficiado a 1 millón de personas en forma directa. Para ello se han invertido más de 20 millones de dólares, de acuerdo con lo informado en el Foro de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible realizado en Julio de 2019. Se han realizado cuatro convocatorias para concurso de proyectos desde su inicio en diciembre de 2008.

⁸ Forman parte 15 Centros Internacionales, tales como Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Colombia; Centro Internacional de la Papa (CIP), en Perú; Centro Internacional para la Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA), Líbano; Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI) en Filipinas, entre otros.

⁹ Flujo de Germoplasma, Sistema Mundial de Información sobre Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (<https://mils.planttreaty.org/itt/index.php?r=stats/pubStats>)

¹⁰ FAO-ITPGRFA, 2020.

El Tratado dispone que quienes reciban recursos fitogenéticos del Sistema Multilateral, no reclamarán ningún tipo de derecho de propiedad intelectual que pueda limitar el acceso facilitado. No obstante, las variedades mejoradas y el material genético que haya sido desarrollado a partir del material facilitado, el Tratado establece que se respetarán los derechos de propiedad y la legislación aplicable, reafirmando lo establecido en el CDB, respecto de la armonización de las regulaciones nacionales para que los propósitos de cada instrumento internacional se complementen.

Referente a los Derechos del Agricultor, los miembros del Tratado reconocen la contribución de los agricultores y de las comunidades locales e indígenas, a la conservación y desarrollo de los recursos fitogenéticos, al haber mantenido e incrementado su diversidad, y como base de la alimentación. Este reconocimiento no debe ser sólo un elemento declarativo, sino que se concreta en la obligación de adoptar medidas para proteger el conocimiento tradicional vinculado a los recursos fitogenéticos; garantizar el derecho a participar equitativamente en la distribución de los beneficios que se deriven de su utilización; participar en la toma de decisiones relacionadas con su conservación y aprovechamiento; y mantener sus prácticas y conocimientos para conservarlos, intercambiarlos y utilizarlos.

Debe tenerse en mente que los diversos acuerdos internacionales siempre remiten a lo que establezca la legislación nacional, lo que sienta las bases para la complementariedad que deben tener las disposiciones.

México no ratificó la firma del Tratado y no se ha adherido a este; sin embargo, coincide con sus principios y ha desarrollado acciones para la conservación y uso sustentable; no obstante, quedan tareas pendientes, particularmente desde el punto de vista regulatorio para establecer el acceso de los recursos fitogenéticos, para la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su aprovechamiento, y para la implementación de los derechos del agricultor.

Considerando los avances que ha desarrollado México, es momento de revisar las oportunidades que la adhesión de este instrumento internacional podría representar. En su momento, la situación de los centros internacionales del CGIAR representó un elemento de preocupación, ante la posibilidad de tener un esquema paralelo (el libre acceso que se tenía en ese entonces, y el mecanismo a través del Tratado, que es facilitado, pero bajo condiciones preestablecidas). No obstante, más allá de la mera adhesión al Tratado, el compromiso entraña el establecimiento de las medidas legales, operativas y de política que permitan cumplir con los objetivos planteados y que representen un beneficio para México.

6.3.4. Directrices de Bonn sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios provenientes de su utilización

Estas Directrices fueron adoptadas en la Sexta conferencia de las Partes del Convenio de la Diversidad Biológica en 2002, como medidas voluntarias para el acceso y la participación de beneficios. Constituyeron un primer paso hacia la definición de mecanismos para la implementación de las disposiciones de la distribución de beneficios, que pudieran servir de orientación para que los países definieran sus propias medidas.

Este instrumento forma parte de los eslabones que fueron construyendo los preceptos actuales; entre sus aportaciones, está la disposición de contar con un Centro Nacional de Coordinación, que vinculara a los solicitantes de recursos genéticos, las comunidades poseedoras de los recursos y las autoridades nacionales, quienes serían responsables de la negociación, tramitación y vigilancia de los acuerdos de acceso y participación de los beneficios.

Las directrices incluyen las responsabilidades de cada una de las partes, los principios para el consentimiento fundamentado previo, y la relevancia de contar con una estrategia integral para el acceso y participación de beneficios. Esbozaba también los elementos a considerar para un Acuerdo de Transferencia de Materiales, cuyos términos fueron adoptados en 2006 en el Acuerdo Normalizado de Transferencia de Material (SMTA).

6.3.5. Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización

Este Protocolo busca la aplicación efectiva del Convenio de la Diversidad Biológica, con énfasis en el acceso y lo relativo a compartir los beneficios derivados del uso de la diversidad. Estos aspectos fueron temas fundamentales para las negociaciones y alineamiento con el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

En 2010, la Conferencia de las Partes del Convenio de la Diversidad Biológica adoptó el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización, el cual establece las condiciones para el acceso no sólo a los recursos genéticos, sino a los conocimientos tradicionales vinculados, y la participación de los beneficios derivados de su utilización. Entró en vigor en 2014, y al 15 de octubre de 2020 son 127 las partes contratantes de este Protocolo.

El Protocolo de Nagoya busca definir un mecanismo para la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, con el fin de favorecer la conservación y utilización de la diversidad biológica. Como en los demás instrumentos internacionales, México ha adquirido el compromiso de adoptar medidas de política, legales y administrativas para implementar las acciones derivadas del Protocolo, incluyendo instrumentos de financiamiento, y los mecanismos para casos de incumplimiento.

Entre las aportaciones del Protocolo destacan:

- Que el acceso estará sujeto al consentimiento fundamentado previo, tanto del recurso genético, como en su caso, del conocimiento tradicional asociado (a través de un certificado de cumplimiento).
- El establecimiento de condiciones mutuamente acordadas para la distribución justa y equitativa de los beneficios (con cláusulas modelo y medidas para resolución de controversias).
- Mecanismos de implementación, entre los que se encuentran sistemas de información, definición de puntos focales y de vigilancia de utilización de los recursos genéticos.
- Impulso a la cooperación en materia de fortalecimiento de capacidades, enfatizando las comunidades locales e indígenas, así como la participación de la mujer.
- El Protocolo establece un Centro de Intercambio de Información sobre Acceso y Participación en los Beneficios, con el propósito de dar seguimiento y monitorear la utilización de recursos genéticos.
- Si bien México es parte, el propio Protocolo establece que cada país debe contar con las medidas legislativas, administrativas o de política, para garantizar el cumplimiento de sus disposiciones.

De ahí la importancia de que se establezca la legislación interna que permita asegurar las condiciones del acceso, consentimiento fundamentado previo, términos mutuamente acordados, y mecanismos para la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento de los recursos genéticos y el conocimiento tradicional asociado, definiendo autoridades competentes que puedan actuar en forma eficiente, transparente, y con capacidades de supervisión y vigilancia.

Otro factor relevante, es considerar que los términos del consentimiento fundamentado previo, y otros temas como la negociación de condiciones mutuamente acordadas, requieren del desarrollo de capacidades en las propias comunidades locales poseedoras del recurso genético.

6.3.6. Tratado de Budapest sobre el Reconocimiento Internacional del Depósito de Microorganismos a los Fines del Procedimiento en Materia de Patentes

Las solicitudes de patente deben acompañarse de una descripción que explique en forma clara y completa, la invención y el método para obtenerla, de tal forma que un técnico en la materia pueda reproducirla. Para darle suficiencia a esta descripción y cumplir con el requisito de divulgación en el material biológico, como es el caso de microorganismos, se recurre al depósito en instancias reconocidas, como parte del procedimiento de examen de patentes.

El Tratado de Budapest sobre el Reconocimiento Internacional del Depósito de Microorganismos a los Fines del Procedimiento en Materia de Patentes fue adoptado en 1977, y entró en vigor el 19 de agosto de 1980. El Tratado establece las condiciones para que instancias con las capacidades de conservación de microorganismos y las condiciones establecidas en el mismo, obtengan el reconocimiento como Autoridad Internacional de Depósito (IDA, por sus siglas en inglés), lo que facilita a los inventores cumplir con el procedimiento para obtener patentes, al depositar el microorganismo en una sola instancia, y ser reconocida en cualquiera de los países en los que sea presentada la solicitud de patente.

La adhesión de México al Tratado de Budapest se dio el 21 de diciembre del 2000, entrando en vigor el 21 de marzo de 2001. Al 31 de octubre de 2020, dicho Tratado tiene 83 partes contratantes, 48 Autoridades Internacionales de Depósito en 26 países (Cuadro 4).

Cuadro 4. Países que cuentan con Autoridad Internacional de Depósito (IDA).

No.	País	IDA	No.	País	IDA
1	Reino Unido	7	14	Bulgaria	1
2	Corea	4	15	Canadá	1
3	China	3	16	Chile	1
4	EE.UU.	3	17	Eslovaquia	1
5	India	3	18	Finlandia	1
6	Italia	3	19	France	1
7	Australia	2	20	Hungría	1
8	España	2	21	Letonia	1
9	Japón	2	22	Marruecos	1
10	Polonia	2	23	México	1
11	Rusa	2	24	Países Bajos	1
12	Alemania	1	25	República Checa	1
13	Bélgica	1	26	Suiza	1
Total					48

El 25 de agosto de 2015, la Colección de Microorganismos del Centro Nacional de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CM-CNRG) adquirió el reconocimiento de Autoridad Internacional de Depósito para los fines del procedimiento en materia de patentes¹¹.

6.3.7. Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales

El Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, que da origen a la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), fue adoptado en París en 1961, y revisado en 1972, 1978 y 1991. Este Convenio tiene como propósito proteger las nuevas obtenciones vegetales a través de un derecho de propiedad intelectual bajo un sistema *sui generis*, y en consecuencia promover la generación de nuevas variedades vegetales.

Este convenio tuvo su origen en la preocupación de aplicar el sistema de patentes a la protección de variedades vegetales, al considerar que la creación de nuevas variedades vegetales posee diferencias sustanciales con respecto a las invenciones de carácter industrial; esto fue analizado en distintos foros durante los primeros años de la década de los 50. Es así que en 1956, la Asociación Internacional de Seleccionadores para la Protección de las Obtenciones Vegetales (ASSINSEL¹²) solicitaron al gobierno francés una conferencia diplomática para el desarrollo de un nuevo modelo de protección, la cual tuvo lugar en mayo de 1957 en París, donde tuvo lugar la Primera Conferencia Internacional para la Protección de Variedades Vegetales¹³. Derivado de las diversas reuniones de expertos y conferencias celebradas en seguimiento a este primer esfuerzo, fueron esbozados los principios que dieron origen al Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, suscrito el 2 de diciembre de 1961 en París, incluyendo entre sus declaraciones iniciales:

“Convencidos de la importancia que reviste la protección de las obtenciones vegetales tanto para el desarrollo de la agricultura en su territorio como para la salvaguardia de los intereses de los obtentores;

Conscientes de los problemas especiales que representa el reconocimiento y protección de los derechos de creación en este campo y especialmente las limitaciones que pueden representar al libre ejercicio de tales derechos las exigencias del interés público”

Por tanto, desde su origen se hizo manifiesto el interés de alcanzar un balance entre los intereses de quienes invierten en el desarrollo de nuevas variedades, la sensibilidad del sector agropecuario, y el interés público.

Es por ello que se ha considerado que el sistema de protección al derecho de obtentor ofrece incentivos a los desarrolladores de nuevas variedades, beneficiando a los agricultores, favoreciendo la inversión y la transferencia de tecnología, que se traduzca en mayores opciones para la producción, reducción de costos, mejora de calidad, diversificación de mercados, respuesta a plagas y enfermedades, entre otros elementos, y con prerrogativas claramente establecidas para los agricultores y para el propio desarrollo de nuevas variedades vegetales, entre estas:

¹¹ FAO-ITPGRFA, 2020. ción VIII, y 98

¹² Organización formada en 1938 que en 2002 se integró con lo que hoy es la Federación Internacional de Semillas (ISF).

¹³ Las memorias de estas conferencias están disponibles en el documento UPOV No. 316.

- No requerir autorización del obtentor para el uso de variedades protegidas como fuente de variación para el desarrollo de otras variedades.
- Los agricultores pueden utilizar como semilla de la variedad vegetal protegida, el producto cosechado en su propia explotación.
- Utilización de variedades protegidas dentro de un marco privado, con fines no comerciales (por ejemplo, un huerto familiar, un jardinero aficionado, o agricultura de subsistencia).
- El uso de variedades protegidas para fines experimentales y de investigación.

Es importante destacar que estas últimas excepciones al derecho de obtentor, han sido incorporadas a la última revisión del Convenio.

México firmó el Acta UPOV de 1978 el 9 de Julio de 1979, con la base de la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas de 1961, que establecía el Registro Nacional de Variedades de Plantas para contar con derechos de exclusividad; no obstante, la ratificación ocurrió hasta el 9 de Julio de 1997 con la Ley Federal de Variedades Vegetales. La UPOV, actualmente, está conformada por 76 miembros (incluyendo la Unión Europea y la Organización Africana de la Propiedad Intelectual), sumando 95 países, 15 de ellos pertenecen a la región de América Latina y del Caribe.

Este Convenio está dirigido hacia la protección de nuevas obtenciones vegetales, resultado de un proceso que demuestre el desarrollo de una variedad claramente distinta a cualquier otra “notoriamente conocida” que no haya sido comercializada más allá de un año, además de ser homogénea y estable en sus características esenciales.

México a la fecha es parte del Acta de 1978; no obstante, de conformidad con los acuerdos comerciales suscritos recientemente, la Ley Federal de Variedades Vegetales se encuentra en proceso de revisión para incorporar las disposiciones del Acta UPOV de 1991, que pueden resumirse en:

- Ampliación del plazo de protección: de 15 a 18 años, a 20 a 25 años según la especie vegetal.
- Ampliación del alcance y actos cubiertos: actualmente sólo se considera el material de propagación; en la disposición 1991 deberá incluirse el producto de la cosecha cuando no se ha podido ejercer el derecho en el material de propagación.
- Excepciones: se mantienen las prerrogativas del uso de las variedades protegidas como insumo para la investigación y desarrollo de nuevas variedades, así como el privilegio del agricultor, consistente en la reserva de una parte de la cosecha para ser utilizado como semilla dentro de su propia explotación; sin embargo, se amplían las excepciones al uso dentro de un marco privado con fines no comerciales, así como actos con fines experimentales.
- Variedades esencialmente derivadas: concepto que se refiere a la autorización que se requeriría para comercializar variedades protegidas que fueron desarrolladas a partir de una variedad vegetal protegida, obteniendo características casi idénticas a la variedad original, salvo alguna particularidad relevante que ha sido incorporada. Su propósito es ofrecer mayor equilibrio entre quienes desarrollan variedades, especialmente a través de técnicas de fitomejoramiento convencional, y quienes incorporan sólo una característica, que puede resultar en un nivel suficiente de distinción conforme la legislación de UPOV 1978.

El Convenio aplica a variedades nuevas, y la protección tiene como propósito la exclusividad para fines comerciales. No se oponen las disposiciones del Convenio UPOV al TIRFAA o a otras disposiciones del CBD.

En su caso, el TIRFAA establece que el receptor de un recurso fitogenético debe realizar un pago equitativo de los beneficios derivados de la comercialización de un producto que haya sido resultado del acceso, a menos que dicho producto esté libremente disponible para investigación.

6.3.8. Acuerdos comerciales

En el tema de variedades vegetales, el Acuerdo sobre los Aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio (ADPIC)¹⁴, establece en su artículo 27 (3)(b) que los miembros pueden excluir de la patentabilidad las plantas y los animales, pero deberán otorgar protección a las obtenciones vegetales, ya sea mediante patentes, o mediante un sistema eficaz *sui generis*.

Desde las reformas a la Ley de la Propiedad Industrial de 1994, México ha excluido de la patentabilidad a las variedades vegetales, eligiendo el derecho de obtentor como sistema eficaz *sui generis*. Este sistema es aplicado desde que México se adhirió al Convenio de la UPOV en el marco del Acta de 1978, conforme se ha indicado en el apartado anterior.

No obstante, en el Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico (CPTPP), cuya entrada en vigor fue el 30 de diciembre de 2018, así como en el Tratado entre los Estados Unidos Mexicanos, los Estados Unidos de América, y Canadá (T-MEC), que entró en vigor el 1º de Julio de 2020, se establece el compromiso de México para implementar en su totalidad las disposiciones del Acta UPOV de 1991 dentro de un plazo máximo de cuatro años a partir de su fecha de entrada en vigor, lo cual ocurrirá el 30 de diciembre de 2022.

Así que México habrá de establecer las medidas legales necesarias para hacerse parte del Convenio de la UPOV en su Acta de 1991.

Por otra parte, en ambos tratados comerciales se establecen disposiciones vinculadas con el acceso a los recursos genéticos, la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, y la distribución de beneficios, incluyendo el respeto al conocimiento y prácticas de las comunidades locales, como se puede observar en el Cuadro 5, los textos son muy similares.

¹⁴ Entrada en vigor: 1º de enero de 1995.

Cuadro 5. Comparación de textos de los Tratados comerciales T-MEC y CPTPP

T-MEC Capítulo 24 Medio Ambiente Artículo 24.15 Comercio y Biodiversidad	CPTPP Capítulo 20 Medio Ambiente Artículo 20.13: Comercio y Biodiversidad
1. Las Partes reconocen la importancia de la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica así como los servicios ecosistémicos que proporciona y su papel clave en el logro del desarrollo sostenible.	1. Las Partes reconocen la importancia de la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica y su rol clave en el logro del desarrollo sostenible.
2. Por consiguiente cada Parte promoverá y fomentará la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica de conformidad con su ordenamiento jurídico o política.	2. Por consiguiente, cada Parte promoverá y alentará la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica, de conformidad con su ordenamiento jurídico o política.
3. Las Partes reconocen la importancia de respetar preservar y mantener el conocimiento y las prácticas de los pueblos indígenas y las comunidades locales que entrañen estilos tradicionales de vida que contribuyan a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.	3. Las Partes reconocen la importancia de respetar, preservar y mantener el conocimiento y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida que contribuyan a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.
4. Las Partes reconocen la importancia de facilitar el acceso a recursos genéticos dentro de sus respectivas jurisdicciones nacionales de conformidad con las obligaciones internacionales de cada Parte. Las Partes además reconocen que algunas Partes podrán requerir a través de medidas nacionales el consentimiento informado previo para acceder a dichos recursos genéticos de conformidad con las medidas nacionales y si el acceso es otorgado el establecimiento de términos mutuamente acordados incluyendo con respecto a la distribución de los beneficios derivados del uso de dichos recursos genéticos entre usuarios y proveedores.	4. Las Partes reconocen la importancia de facilitar el acceso a recursos genéticos dentro de sus respectivas jurisdicciones nacionales, de conformidad con las obligaciones internacionales de cada Parte. Las Partes además reconocen que algunas Partes requieren, a través de medidas nacionales, el consentimiento informado previo para acceder a dichos recursos genéticos de conformidad con las medidas nacionales y, cuando ese acceso sea otorgado, el establecimiento de términos mutuamente acordados, incluyendo con respecto a la distribución de los beneficios derivados del uso de dichos recursos genéticos, entre usuarios y proveedores.
5. Las Partes también reconocen la importancia de la participación y la consulta públicas de conformidad con su respectivo ordenamiento jurídico o política en el desarrollo e implementación de medidas relativas a la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. Cada Parte pondrá a disposición del público información sobre sus programas y actividades incluyendo programas de cooperación relacionados con la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica.	5. Las Partes también reconocen la importancia de la participación y la consulta pública, de conformidad con su respectivo ordenamiento jurídico o política, en el desarrollo e implementación de medidas relativas a la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. Cada Parte pondrá a disposición del público información sobre sus programas y actividades, incluyendo programas de cooperación, relacionados con la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica.
6. De conformidad con el Artículo 24.25 (Cooperación Ambiental), las Partes cooperarán para abordar asuntos de interés mutuo. La cooperación podrá incluir el intercambio de información y experiencias en áreas relacionadas con: (a) la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica; (b) la integración de la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica en los sectores pertinentes; (c) la protección y preservación de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos; y (d) el acceso a los recursos genéticos y la distribución de beneficios derivados de su utilización."	6. De conformidad con el Artículo 20.12 (Marcos de Cooperación), las Partes cooperarán para abordar asuntos de interés mutuo. La cooperación podrá incluir, pero no está limitada a, el intercambio de información y experiencias en áreas relacionadas con: (a) la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica; (b) la protección y preservación de los ecosistemas y los servicios del ecosistema; y 20-12 (c) el acceso a los recursos genéticos y la distribución de beneficios derivados de su utilización.

El sentido de estas disposiciones es el reconocimiento de estos ámbitos para la sustentabilidad y el desarrollo, y al mismo tiempo su compatibilidad con los preceptos de propiedad intelectual. Las Partes reconocen “que es inapropiado establecer o utilizar sus leyes ambientales u otras medidas de una manera que constituya una restricción encubierta al comercio o a la inversión”¹⁵.

6.3.9. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Campesinos y de Otras Personas que Trabajan en las Zonas Rurales

Aunque no constituye un instrumento vinculante, la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Campesinos y de Otras Personas que Trabajan en las Zonas Rurales (UNDROP por sus siglas en inglés) surge como una forma de sensibilización ante la vulnerabilidad de este sector, pese a que son la base de la alimentación y por tanto de la supervivencia del mundo.

¹⁵ Art. 20.2 (3) del CPTPP; 24.2 (5) del T-MEC.

La resolución 73/163 fue aprobada el 17 de diciembre de 2018 con la aprobación de 121 países, entre ellos México, durante el septuagésimo tercer periodo de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas, y que está compuesta por 28 artículos.

Esta resolución define en su Artículo 1(1) como *campesino*:

“Toda persona que se dedique o pretenda dedicarse, ya sea de manera individual o en asociación con otras o como comunidad, a la producción agrícola en pequeña escala para subsistir o comerciar y que para ello recurra en gran medida, aunque no necesariamente en exclusiva, a la mano de obra de los miembros de su familia o su hogar y a otras formas no monetarias de organización del trabajo, y que tenga un vínculo especial de dependencia y apego a la tierra.”

Desde luego, los países se comprometen a la adopción de medidas legales y administrativas pertinentes *“para alcanzar progresivamente la plena efectividad de los derechos enunciados”*.

La declaración incluye el derecho a disfrutar de derechos humanos, al desarrollo, a los recursos naturales, a la organización, a la información, a la participación en la toma de decisiones, a la alimentación, a la tierra, el agua y el bosque, a la protección de la biodiversidad, a la seguridad física y social, a su cultura y conocimiento tradicional y local.

En las consideraciones iniciales se reconocen los esfuerzos realizados a través de distintos instrumentos, incluyendo el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura; en particular, en el Artículo 19 de la Declaración, se establece:

“1. Los campesinos y otras personas que trabajan en las zonas rurales tienen derecho a las semillas de conformidad con el artículo 28 de la presente Declaración.

Este derecho engloba:

- a. El derecho a proteger los conocimientos tradicionales relativos a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura;
- b. El derecho a participar equitativamente en el reparto de los beneficios derivados de la utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura;
- c. El derecho a participar en la toma de decisiones sobre las cuestiones relativas a la conservación y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura;
- d. El derecho a conservar, utilizar, intercambiar y vender las semillas o el material de multiplicación que hayan conservado después de la cosecha.

Este artículo incluye adicionalmente el derecho de los campesinos a mantener, controlar, proteger y desarrollar sus propias semillas (semillas campesinas o locales), promoviendo su uso, y promoviendo la investigación en éstas y en cultivos ‘huérfanos’ o especies subutilizadas, que pueden resultar fundamentales en los sistemas alimentarios locales, pero en los que habitualmente existe poca investigación y desarrollo, y que pueden resultar en un alto potencial por su valor nutricional o para la atención de nichos de mercado específicos.

En la Declaración se destaca la importancia en la complementariedad entre los diversos instrumentos legales y de política en materia de semillas, variedades vegetales y propiedad intelectual, por lo que resulta

fundamental mantener una visión integral ante la complejidad e interacción de los distintos elementos que intervienen y coexisten.

6.4. LEGISLACIÓN NACIONAL

Si bien México no dispone de una legislación específica para atender en forma integral el tema de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, existen diversas disposiciones normativas que tienen vinculación con la materia, y que refieren ciertos criterios generales para su acceso y coordinación.

La Ley de Desarrollo Rural Sustentable es la única que hace referencia expresa al tema, definiendo al SNICS como instancia responsable de la coordinación de políticas y acciones en la materia, y detallando el ámbito de acceso y uso de recursos fitogenéticos.

Adicionalmente, de acuerdo con el Artículo 133 constitucional, los tratados celebrados por México forman parte del marco jurídico nacional, como lo es el Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización; aunque como se ha descrito en este Capítulo, debe contarse con el ordenamiento y las medidas pertinentes que permitan su cumplimiento e implementación.

Cuadro 6. Leyes nacionales vinculadas a los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Instrumento	Fecha de publicación	Última reforma publicada
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	5/feb/1917	08/mayo/2020
Ley Agraria	26/febrero/1992	25/junio/2018
Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados	18/marzo/2005	06/noviembre/2020
Ley de Cooperación Internacional para el Desarrollo	06/abril/2011	17/diciembre/2015
Ley Desarrollo Rural Sustentable	7/dic/2001	12/abril/2019
Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas	15/junio/2007	11/mayo/2018
Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial	27/junio/1991 (Ley anterior)	01/julio/2020 (entrada en vigor: 5-nov-2020)
Ley Federal de Variedades Vegetales	25/octubre/1996	09/abril/2012
Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo	13/abril/2020	-
Ley General de Cambio Climático	06/06/2012	06/11/2020
Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables	24/julio/2007	24/abril/2018
Ley General de Vida Silvestre	03/julio/2000	19/enero/2018
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;	28/enero/1988	05/junio/2018
Ley Orgánica de la Administración Pública Federal	29/dic/1976	22/enero/2020

Fuente: Elaboración propia con base en información del sitio de la cámara de Diputados de Leyes Federales Vigentes (<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>)

6.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es la referencia por excelencia cuando se habla de agricultura, dado que regula principalmente la tierra, el agua, y los recursos naturales. Diversas Leyes se constituyen reglamentarias de este Artículo, tales como la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), entre otras, que serán referidas brevemente en este Capítulo.

Este Artículo señala:

“La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. [...]”

*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**, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para [...] establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, [...] para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; [...] para el fomento de la agricultura [...] y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.*

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental [...].”

[énfasis añadido]

En el Artículo 27 se establece el dominio de la Nación respecto de todos los recursos naturales, así como las facultades para velar por su conservación, enfatizando el propósito de lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

A su vez se dispone el derecho del estado para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como para el fomento de la agricultura y demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales.

Estos postulados, si bien resultan generales, dejan clara una visión integral de sustentabilidad, al hablar de conservación de los recursos naturales, y de una agricultura con los menores efectos ambientales. Estas reformas constitucionales fueron la base para la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en 1988.

Ahora bien, si hablamos de los recursos genéticos como parte de los “elementos naturales”, su aprovechamiento podría entenderse también como “susceptible de apropiación”, pero con un vínculo directo a su conservación y a la “distribución equitativa de la riqueza pública”, para mejorar las condiciones de vida de la población.

En recursos más “tangibles”, como agua, tierra o minerales, se establecen reglas generales y diversas disposiciones normativas específicas para determinar las condiciones para su concesión y aprovechamiento. Pero los recursos biológicos también forman parte de las riquezas naturales de la Nación, y las reglas para su consideración no parecen tan claras en el marco constitucional.

Sin embargo, pueden destacarse los términos que establece el párrafo tercero para los elementos naturales:

- Regular su aprovechamiento
- Distribución equitativa de la riqueza
- Conservación y Desarrollo
- Mejoramiento de condiciones de vida de la población

Ahora bien, para los fines de la reflexión de este Capítulo, considerando la importancia de una visión integral, es necesario tener en mente adicionalmente los preceptos del Artículo 2º que reconoce a México en su composición pluricultural, garantizando a pueblos y comunidades indígenas la preservación y mejora del hábitat, sus tierras, y conocimientos que forman parte de su identidad y cultura:

“Artículo 2o. La Nación Mexicana es única e indivisible.

La Nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas que son aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.

[...]

Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que formen una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

[...]

A. Esta Constitución reconoce y garantiza el derecho de los pueblos y las comunidades indígenas a la libre determinación y, en consecuencia, a la autonomía para:

[...]

IV. Preservar y enriquecer sus lenguas, conocimientos y todos los elementos que constituyan su cultura e identidad.

V. Conservar y mejorar el hábitat y preservar la integridad de sus tierras en los términos establecidos en esta Constitución.

VI. Acceder, con respeto a las formas y modalidades de propiedad y tenencia de la tierra establecidas en esta Constitución y a las leyes de la materia, así como a los derechos adquiridos por terceros o por integrantes de la comunidad, al uso y disfrute preferente de los recursos naturales de los lugares que habitan y ocupan las comunidades, salvo aquellos que corresponden a las áreas estratégicas, en términos de esta Constitución. Para estos efectos las comunidades podrán asociarse en términos de ley.

[...]

Del Artículo 2º Constitucional se desprende que parte de los propósitos de este reconocimiento y visibilidad que se concede a las comunidades, entre otros, está el impulso al desarrollo regional, la aplicación de tecnologías que mejoren su capacidad productiva, y fortalecer la participación de la mujer en la toma de decisiones (Apartado B), reconociendo su derecho a conservar y mejorar su entorno y conocimientos, así como el uso preferente de los recursos naturales.

Estos son elementos que habrán de considerarse en la definición de normativas y mecanismos para promover la conservación de los recursos fitogenéticos, con una visión de mejora y desarrollo.

6.4.2. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

Para definir la competencia en materia de recursos fitogenéticos, debemos tener en cuenta lo dispuesto en esta Ley, que fundamenta la organización de la Administración Pública.

Las atribuciones en esta materia podrían incluir a la Secretaría de Relaciones Exteriores (ya que tienen facultades para “*intervenir en la explotación de Recursos Naturales*” cuando se trata de extranjeros), o la Secretaría de Economía, que participa en las negociaciones de acuerdos comerciales, le corresponde normar la propiedad industrial, e incide en la regulación de exportaciones e importaciones de flora y fauna silvestre, así como en la inversión extranjera y transferencia de tecnología.

No obstante, destacaremos las correspondientes a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), particularmente las vinculadas al aprovechamiento de los recursos naturales:

Artículo 32 Bis.- A la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales corresponde el despacho de los siguientes asuntos:

- I. Fomentar la **protección, restauración, conservación, preservación y aprovechamiento sustentable** de los ecosistemas, **recursos naturales**, bienes y servicios ambientales, con el fin de garantizar el derecho a un medio ambiente sano;*
- II. **Formular, conducir y evaluar la política en materia de recursos naturales, siempre que no estén encomendados expresamente a otra dependencia**; así como en materia de ecología, saneamiento ambiental, agua, regulación ambiental del desarrollo urbano y de la actividad pesquera, **con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades**;*
- III. Administrar y regular el uso y **promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales** que correspondan a la Federación, con excepción de los hidrocarburos y los minerales radioactivos;*

También se incluye en las funciones de la SEMARNAT la valuación económica del “capital natural” (fracción XV), lo que podría resultar útil en la definición de mecanismos de distribución de beneficios; se introduce este concepto que no se encuentra definido en la legislación ambiental, pero que habitualmente se entiende como los recursos naturales desde una óptica de aprovechamiento, como medio de obtención de beneficios o producción de bienes y servicios ambientales.

En lo relativo a su vinculación con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA), la Ley Orgánica se enfoca a temas de agua y de mitigación derivados del cambio climático, lo que representa una visión limitada del nivel de interlocución y enlace que debe tenerse entre ambas dependencias.

En el caso de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, en lo general le compete la política para el desarrollo rural y la contribución a la seguridad alimentaria.

En las acciones de coordinación con la SEMARNAT, se establecen, además de las obras vinculadas con el recurso agua, la conservación de suelos, pastizales y bosques, y las plantaciones forestales.

La Ley Orgánica de la APF señala para AGRICULTURA en su Artículo 35 funciones de:

- Conducción de la política de desarrollo rural
- Productividad y rentabilidad de actividades rurales
- Impulso de proyectos de inversión, desarrollo de infraestructura industrial y comercial
- Investigación, asistencia técnica, educación y capacitación
- Sanidad animal y vegetal
- Estudios económicos, información estadística y geográfica vinculada con el sector rural
- Promoción de integración de asociaciones rurales
- Conservación de suelos agrícolas, pastizales y bosques, obras hidráulicas, plantaciones forestales
- Acciones de promoción, fomento de producción rural, estímulos fiscales y financieros
- Actividades vinculadas con la pesca y acuicultura
- Seguridad alimentaria y abasto de productos de consumo básico a población de escasos recursos
- Artesanado, artes populares e industrias familiares rurales

En el Artículo 35 fracción I se establece puntualmente que a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural le comete:

"I. Formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo rural, a fin de elevar el nivel de vida de las familias que habitan en el campo, en coordinación con las dependencias competentes"

El ámbito rural y de producción agrícola parece lo suficientemente amplio para su aplicación en el ámbito de los recursos fitogenéticos; no obstante, no se detallan disposiciones vinculadas con la sustentabilidad de la agricultura, como sí lo incluye la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

En el Artículo 41 fracción I (d) de la Ley Orgánica APF, se establece el criterio de conservación y aprovechamiento sustentable en la definición de políticas para el desarrollo agrario:

*"I. **Elaborar y conducir las políticas de vivienda, ordenamiento territorial, desarrollo agrario y urbano, así como promover y coordinar con las entidades federativas, municipios y en su caso las alcaldías de la Ciudad de México, la elaboración de lineamientos para regular:***

[...]

d) Los procesos de planeación de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano, los relacionados a la **conservación y aprovechamiento sustentable** de los ecosistemas, **recursos naturales y sus elementos;**"

Considerando que los recursos fitogenéticos se encuentran vinculados a la alimentación y la agricultura, corresponden al ámbito de la AGRICULTURA, pero sería deseable precisar su intervención específica, y las actividades de coordinación entre las diversas dependencias.

6.4.3. Ley Agraria

Esta Ley tiene como propósito reglamentar lo dispuesto en el Art. 27 Constitucional en materia agraria; establece un contexto institucional, social y económico sobre el régimen ejidal de tenencia de la tierra en México, reglamentando las atribuciones de las autoridades agrarias, las transacciones sobre uso y usufructo de la parcela, y el ejercicio de los derechos de propiedad.

En lo relativo al equilibrio ecológico, señala en su Artículo 2º que se debe atender lo dispuesto en la Ley General de Equilibrio Ecológico (LGEEPA) y las que resulten aplicables.

En su Artículo 5º, la Ley Agraria estipula la obligación de las dependencias y entidades para fomentar "el cuidado y conservación de los recursos naturales" y promover "su aprovechamiento racional y sostenido para preservar el equilibrio ecológico".

Esta Ley reconoce y regula los ejidos, otorgándoles personalidad jurídica, definiendo la tenencia de la tierra y el derecho de ejidatarios para su aprovechamiento. En particular, en su artículo 11 señala que, en el caso de explotación colectiva del ejido, deben establecerse los "mecanismos para el reparto equitativo de los beneficios".

6.4.4. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Esta Ley, cuya precursora fue la Ley Federal de Protección al Ambiente (1982), primer antecedente de política ambiental en México, tiene por objeto reglamentar lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, y la protección al ambiente para propiciar el desarrollo sustentable. Se basa en el derecho a vivir en un medio ambiente adecuado para el desarrollo, la salud y el bienestar de toda persona.

Esta Ley establece las bases para la preservación y protección de la biodiversidad, e introduce diversas definiciones de interés para el tema de análisis, así como condiciones para su acceso (consentimiento previo, expreso e informado), estableciendo que los *legítimos* poseedores tendrán derecho a una participación equitativa de los beneficios.

Algunas definiciones que resulta importante destacar (Artículo 3°):

“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;

[...]

XXVIII.- Recursos biológicos: Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano;

XXIX.- Recursos Genéticos: Todo material genético, con valor real o potencial que provenga de origen vegetal, animal, microbiano, o de cualquier otro tipo y que contenga unidades funcionales de la herencia, existentes en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce soberanía y jurisdicción;

XXX.- Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre;”

Esta Ley señala que se considera de utilidad pública la protección y preservación de la biodiversidad, así como el aprovechamiento de *material genético* (fracción III del Artículo 2°).

Por tanto, considerando los preceptos constitucionales y lo señalado en este artículo, corresponde a la Nación el dominio de la biodiversidad y, por tanto, del material genético contenido en ella.

Esta Ley introduce el concepto del consentimiento informado previo:

“Artículo 87. [...]”

*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.*

[...]

La colecta de especies de flora y fauna silvestre, así como de otros recursos biológicos **con fines de investigación científica**, requiere de autorización de la Secretaría y deberá sujetarse a los términos y formalidades que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que se expidan, así como en los demás ordenamientos que resulten aplicables. En todo caso, se deberá garantizar que **los resultados de la investigación estén a disposición del público**. Dichas autorizaciones no podrán amparar el aprovechamiento para fines de utilización en biotecnología, la cual se sujetará a lo dispuesto en el artículo 87 BIS”.

El permiso al que se refiere este artículo está regulado en la NOM-126 SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional, e incluido en el trámite de SEMARNAT relativo a la “Licencia de autorización de colecta científica o con propósitos de enseñanza en materia de vida silvestre SEMARNAT-08-049”.

Esta regulación pretende controlar la investigación científica, permitiendo ampliar el conocimiento e identificación de los recursos biológicos (que incluyen los recursos genéticos, como se define en la propia Ley). No obstante, deja fuera la colecta con fines comerciales.

Por su parte, el Artículo 87 Bis de la Ley señala:

*“El aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre, así como de otro **recurso[s] 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.***

*Asimismo, dichos propietarios o legítimos poseedores tendrán derecho a una **repartición equitativa de los beneficios** que se deriven o puedan derivarse de los aprovechamientos a que se refiere este artículo, con arreglo a las disposiciones jurídicas aplicables.*

La Secretaría y las demás dependencias competentes, establecerán los mecanismos necesarios para intercambiar información respecto de autorizaciones o resoluciones relativas al aprovechamiento de recursos biológicos para los fines a que se refiere este precepto.”

La LGEEPA incluye elementos relevantes respecto de:

- Consentimiento previo, expreso e informado.
- La definición de quién otorga el consentimiento: el propietario o legítimo poseedor del predio en el que se encuentra ubicado el recurso biológico.
- La incorporación de la distribución equitativa de beneficios, aunque únicamente cuando el recurso biológico es para fines de biotecnología.
- La autorización para el acceso (colecta) de recursos biológicos, aunque únicamente con fines de investigación científica.

Por tanto, queda pendiente la definición respecto de la utilización de recursos biológicos con fines comerciales, que no necesariamente son biotecnológicos, tanto en su acceso, como en la distribución de beneficios. El TIRFAA establece en su artículo 13.2 que los mecanismos para distribución de beneficios aplican a la utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, *incluso* con fines comerciales. Es decir, no limita ni los fines de investigación, ni el uso comercial.

6.4.5. Ley General de Vida Silvestre

Esta Ley tiene como propósito articular los distintos niveles de gobierno en los temas de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

Al igual que la LGEEPA, es reglamentaria de las disposiciones constitucionales respecto de los recursos naturales, así como en lo relativo a la protección al ambiente y equilibrio ecológico.

En particular aporta algunas definiciones (Artículo 3º) que complementan la LGEEPA y que se estima relevante destacar para el presente análisis:

“VII. Colecta: La extracción de ejemplares, partes o derivados de vida silvestre del hábitat en que se encuentran.

XXV. Legítimo poseedor: El poseedor de buena fe en los términos del Código Civil Federal.¹⁶

XLIX. Vida Silvestre: Los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales”.

En su Artículo 4º introduce la referencia a los recursos genéticos contenidos en la vida silvestre:

[...]

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.”

6.4.6. Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS)

Esta Ley tiene como propósito promover el desarrollo rural sustentable, definido como la mejora integral del bienestar social rural, favoreciendo un medio ambiente adecuado y promoviendo la equidad.

Surge con el propósito de modernizar la visión del campo, integrar los distintos programas, instrumentos y organismos vinculados, y atender la problemática de rezago económico y productivo de la población rural.

Entre las aportaciones de esta Ley podrían destacarse:

- Una visión integral para la articulación de elementos para el fortalecimiento de capacidades, incluyendo aspectos de infraestructura y servicios.
- Mecanismos de coordinación de instancias de gobierno, locales, estatales y federales.
- Creación de órganos de consulta, vinculación y participación: Comisión Intersecretarial como instrumento de planeación y coordinación; Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable, que considera la participación de organizaciones sociales y privadas de producción, agroindustria, comercialización, sistemas producto, instancias académicas y de investigación, organismos no gubernamentales, para contribuir a la planeación y evaluación de programas gubernamentales.
- Ordena la estructuración de las diversas instancias gubernamentales a través de Sistemas (9) y Servicios (6), entre los cuales se encuentran:

¹⁶ El Código Civil Federal establece en su Artículo 790: “Es poseedor de una cosa el que ejerce sobre ella un poder de hecho [...]. Posee un derecho el que goza de él.”

- ◇ Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable;
- ◇ Sistema Nacional de apoyos a los programas inherentes a la política de fomento al desarrollo rural sustentable, incluyendo Apoyos y compensaciones por servicios ambientales (Art. 22-IX-f);
- ◇ Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (Art. 22-XII.)
- Incorpora la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales, así como criterios de aprovechamiento sustentable.

Aporta una definición más amplia para los recursos naturales (en la LGEEPA se puntualizan como: “*elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre*”), incluyendo expresamente los recursos genéticos:

“Art. 3º XXVI. Recursos Naturales. Todos aquellos bienes naturales renovables y no renovables susceptibles de aprovechamiento a través de los procesos productivos rurales y proveedores de servicios ambientales: tierras, bosques, recursos minerales, agua, comunidades vegetativas y animales y recursos genéticos”.

Es relevante destacar que introduce la referencia al aprovechamiento y apropiación de los recursos genéticos:

*Artículo 176.- Los núcleos agrarios, los pueblos indígenas y los propietarios podrán realizar las acciones que se admitan en los términos de la presente Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Vida Silvestre y de toda la normatividad aplicable sobre el **uso, extracción, aprovechamiento y apropiación de la biodiversidad y los recursos genéticos**.*

*La Comisión Intersecretarial, con la participación del Consejo Mexicano, establecerá las medidas necesarias para **garantizar la integridad del patrimonio de biodiversidad nacional, incluidos los organismos generados en condiciones naturales y bajo cultivo por los productores, así como la defensa de los derechos de propiedad intelectual de las comunidades indígenas y campesinos**.*

Es en esta Ley donde se introduce por primera ocasión la mención explícita de los recursos fitogenéticos, asignando atribuciones al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), definiendo entre los objetivos señalados en el Artículo 102 fracción I:

*“Establecer y en su caso proponer, conjuntamente con las demás dependencias e instituciones vinculadas, políticas, acciones y acuerdos internacionales sobre **conservación, acceso, uso y manejo integral de los recursos fitogenéticos**, derechos de protección de los obtentores y análisis de calidad de semillas”.*

Es con base en este artículo que se implementó el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) en el 2002 por la Secretaría de Agricultura y el SNICS, siguiendo los principios del Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

6.4.7 Ley General de Cambio Climático

Esta Ley surge como una medida para enfrentar el cambio climático, la alteración que las actividades humanas y los propios elementos naturales que incide en la biodiversidad y la agricultura.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define en su Artículo 1 (2) al cambio climático como:

“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.”

Si bien la regulación parece focalizarse a temas de Gases de Efecto Invernadero y la adopción de tecnologías para reducción de emisiones¹⁷, esta Ley incorpora conceptos relevantes para fines del análisis:

Artículo 22 (atribuciones del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC):

*“XX. Proponer, impulsar y **apoyar técnicamente la elaboración de normas en materia de ordenamiento ecológico, conservación de ecosistemas y especies de vida silvestre, contaminación y calidad ambiental, de colecta de especímenes con fines científicos y de investigación, de aprovechamiento para su utilización en biotecnología, acceso a recursos genéticos, así como para la utilización confinada, el manejo, la movilización y la liberación experimental, en programas piloto y comercial, de organismos genéticamente modificados”.***

Artículo 30. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes:

XV. Operar el Sistema Nacional de Recursos Genéticos y su Centro Nacional, e identificar las medidas de gestión para lograr la adaptación de especies prioritarias y las particularmente vulnerables al cambio climático”

En la publicación del proceso legislativo de esta Ley, se establecía como compromiso que antes de que concluyera el año 2012 estaría operando el Sistema Nacional de Recursos Genéticos y el Centro Nacional, para *“el resguardo de nuestra biodiversidad y para la seguridad alimentaria ante los efectos del fenómeno”.*

El Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG), como centro interdisciplinario de investigación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), fue inaugurado en Marzo de 2012; el Sistema Nacional de Recursos Genéticos, en la práctica se estableció a través de las Reglas de Operación 2010 de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en cuyo Artículo 16: *“Programa de Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria”*, fracción II.3.b.1 establecía:

¹⁷ Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones (2014).

“b) Componente de Recursos Biogenéticos y Biodiversidad.

b.1) Servicios para la conservación y uso de recursos genéticos agrícolas, pecuarios, acuáticos y microorganismos originarios de México, para la alimentación y la agricultura y de importancia biológica o económica.

Servicios necesarios para garantizar la conservación, como son: inventarios, bancos de germoplasma comunitarios, mejoramiento participativo; apoyos temporales por los servicios en la conservación de especies agrícolas, acuáticas, pecuarias y microorganismos para la alimentación y la agricultura originarias de México, representativas de la biodiversidad (mantenimiento de colecciones nacionales, documentación, regeneración, caracterización y protección legal del patrimonio genético del país), conforme las estrategias y acciones establecidas en los planes de acción definidos en el marco del Sistema Nacional de Recursos Genéticos.

- Se apoyarán las acciones de conservación, caracterización, evaluación, manejo y uso sostenible de los recursos genéticos de importancia biológica o económica.

- Apoyo a la construcción, equipamiento y/o modernización de bancos de recursos genéticos nacionales y/o regionales.”

Este Sistema Nacional de Recursos Genéticos también fue propuesto en la Iniciativa de reformas a la Ley de Desarrollo Rural Sustentable de 2011¹⁸, en la que se proponía la creación de un Sistema y un Servicio, conforme el esquema de la propia Ley, adicionando un capítulo sobre *“Conservación y el Uso Sustentable de los Recursos Genéticos para las Actividades Agropecuarias”*.

Este esfuerzo ha sido retomado en el 2020 con la creación del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, que fue conformado en el marco del *“Acuerdo por el que se crea el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura”*, publicado en el DOF el 16/07/2020.

6.4.8. Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial

La propiedad intelectual busca promover la creatividad y generación de innovaciones en la tecnología y la cultura, en beneficio de la sociedad. El reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual, es una forma de contribuir y apoyar a los generadores de ideas y tecnologías. También es una forma de hacer accesible el conocimiento, que de otra forma podría mantenerse, por ejemplo, en secreto.

La Declaración Universal de Derechos Humanos, en su Artículo 27 (2) establece que *“Toda persona tiene derecho a la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autora”*, y el Artículo 28 Constitucional establece que no *“constituyen monopolios los privilegios que por determinado tiempo se concedan a los autores y artistas para la producción de sus obras y los que para el uso exclusivo de sus inventos, se otorguen a los inventores y perfeccionadores de alguna mejora”*.

¹⁸ Iniciativa que Reforma y Adiciona diversas disposiciones de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, Cámara Diputados, 2011.

Con el fin de establecer un balance entre los intereses de los innovadores y el interés público, los derechos de propiedad intelectual tienen prevista una limitación en el tiempo, tras lo cual la materia protegida se incorpora al dominio público. También se tienen las figuras de licencia obligatoria, que en el caso de invenciones puede aplicarse ante la falta de explotación, como una forma de asegurar el acceso a tecnologías.

Esta nueva Ley¹⁹, que sustituye a la Ley de la Propiedad Industrial de 1991 (originalmente denominada Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial), tiene como propósito la protección de la propiedad industrial, que comprende en lo general:

- Patentes.
- Modelos de utilidad, diseños industriales y esquemas de trazado de circuitos integrados.
- Marcas y avisos comerciales.
- Denominaciones de origen e indicaciones geográficas.

Para el caso de patentes, de acuerdo con el Artículo 46, se considera invención *“toda creación humana que permita transformar la materia o la energía que existe en la naturaleza, para su aprovechamiento por el hombre y satisfacer sus necesidades concretas”*, y se requiere cumplir con las condiciones de novedad, actividad inventiva, y aplicación industrial.

Entre lo que no se considera invención se encuentra *“El material biológico y genético, tal como se encuentra en la naturaleza”* (Art. 47 fracción VII). Y en las excepciones a la patentabilidad:

*“Artículo 49.- **No serán patentables:***

I.- Las invenciones cuya explotación comercial sea contraria al orden público o contravengan cualquier disposición legal, incluyendo aquéllas cuya explotación deba impedirse para proteger la salud o la vida de las personas o de los animales o vegetales, o para evitar daños graves al medio ambiente. [...]

*II.- **Las variedades vegetales** y las razas animales, salvo en el caso de microorganismos;*

*III.- Los **procedimientos esencialmente biológicos** de obtención de vegetales o de animales y los productos resultantes de estos procedimientos.*

Lo anterior no afectará a la patentabilidad de las invenciones cuyo objeto sea un procedimiento microbiológico o cualquier otro procedimiento técnico o un producto obtenido por dichos procedimientos;
[...]

El material biológico aislado de su entorno natural y obtenido mediante un procedimiento técnico, podrá ser objeto de una invención patentable, aun cuando ya exista anteriormente en la naturaleza.

¹⁹ Entrada en vigor 5 de noviembre

La aplicación industrial de una secuencia total o parcial de un ácido nucleico o proteína deberá divulgarse expresamente en la solicitud de patente.

En el caso de material biológico, como los microorganismos, para el cumplimiento de la descripción suficiente, el Artículo 54 estipula como requisito el depósito de material biológico, que como se indicó en el apartado 6.3.6 puede realizarse en la Colección de Microorganismos del Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP (CM-CNRG).

6.4.9. Ley Federal de Variedades Vegetales (LFVV)

La Ley Federal de Variedades Vegetales tiene como objetivo reconocer el esfuerzo de quienes desarrollan nuevas variedades, buscando ofrecer mayores alternativas a los productores, por sus características de adaptación, productividad o adición de valor.

Como se indicó en el apartado 6.3.7 respecto del Convenio de la UPOV, el propósito del derecho de obtentor es disponer de un sistema de protección que reconozca las particularidades de las variedades vegetales, habida cuenta de sus diferencias esenciales con la materia protegida como invención.

Las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor consisten en que la variedad sea nueva (no haber sido comercializada previamente), diferente (de cualquier otra conocida), homogénea (suficientemente uniforme en los caracteres que le dan identidad) y estable (que dichos caracteres pertinentes se conserven).

El derecho de obtentor, como sistema *sui generis* de protección, no debe confundirse con las patentes, que se encuentran reguladas en una legislación propia, y cuyas condiciones y alcance son distintos; como se refirió en el apartado 6.4.8, las variedades vegetales se encuentran dentro de las exclusiones de la patentabilidad.

Cabe recordar que la protección de variedades vegetales tiene sus antecedentes en la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas de 1961, que establecía el Registro Nacional de Variedades de Plantas, como requisito para el aprovechamiento comercial exclusivo de variedades (derecho que se establecía por 25 años).

Posteriormente, en 1991 se deroga esta Ley, y también se promulga la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial, que incorporó como materia patentable a las variedades vegetales (Artículo 20 fracción I (a), disposición reformada en 1994 cuando fueron exceptuadas del ámbito de la propiedad industrial, situación que prevalece.

Algunas definiciones del Artículo 2º de la LFVV que se considera relevante tener en mente para este análisis:

I.- Caracteres pertinentes: Expresiones fenotípicas y genotípicas propias de la variedad vegetal, que permiten su identificación;

*IV.- Obtentor: Persona física o moral que **mediante un proceso de mejoramiento** haya obtenido y desarrollado, una variedad vegetal de cualquier género y especie;*

*V.- Proceso de mejoramiento: Técnica o conjunto de técnicas y procedimientos que permiten desarrollar una variedad vegetal **y que hacen posible su protección por ser nueva, distinta, estable y homogénea;***

IX.- Variedad vegetal: Subdivisión de una especie que incluye a un grupo de individuos con características similares y que se considera estable y homogénea.

La Ley concede al obtentor el reconocimiento como tal, como un derecho moral, y su derecho al aprovechamiento exclusivo y temporal de la variedad vegetal y su material de propagación, por un plazo de 15 a 18 años dependiendo de la especie (Artículo 4º).

En el apartado 6.4.8 se indicó que los esquemas de propiedad intelectual buscan un equilibrio entre el interés del innovador y el interés público. En el caso de derechos de obtentor, adicionalmente a la vigencia del derecho, se establecen las siguientes excepciones:

*Artículo 5o.- **No se requiere del consentimiento del obtentor** de una variedad vegetal para utilizarla:*

*I.- Como fuente o insumo de **investigación** para el mejoramiento genético de otras variedades vegetales;*

*II.- En la multiplicación del material de propagación, siempre y cuando sea para **uso propio** como grano para consumo o siembra, conforme al reglamento de esta ley y las normas oficiales mexicanas que establezca la Secretaría, o*

*III.- Para el **consumo** humano o animal, que beneficie exclusivamente a quien la cosecha.*

La prerrogativa que se tiene para utilizar variedades protegidas como base para el desarrollo de nuevas variedades, favorece el aprovechamiento de los avances tecnológicos acortando los tiempos para disponer de mayores alternativas para atender los retos de la agricultura.

Por su parte, lo que se ha llamado el “*privilegio del agricultor*”, para que los productores puedan reservar una parte de su cosecha para utilizarla como semilla en su propia parcela, busca proteger el autoconsumo y la producción de los pequeños agricultores.

Como se explicó con antelación, estas excepciones se ampliarían con la adopción de las disposiciones del Acta UPOV 1991, incorporando no sólo la multiplicación de material de propagación dentro de la explotación del propio agricultor, sino para cualquier acto dentro de un marco privado, así como para fines experimentales y de investigación.

Entre las condiciones fundamentales para la protección bajo un derecho de obtentor, es la novedad, que consiste en que no debe haberse enajenado la variedad vegetal en un plazo más allá de un año en México, o de cuatro a seis años en el extranjero, dependiendo de la especie (Artículo 7º fracción I), y la distinción, que se refiere a que la variedad candidata a protección debe poder distinguirse *técnica y claramente* de “*cualquiera otra variedad, cuya existencia sea conocida en el momento en que se solicite la protección*” (Artículo 7º fracción II), como sería el caso de variedades nativas, que no son objeto de la regulación de esta Ley.

Atendiendo la inquietud de clarificar que las semillas nativas o tradicionales no son materia de la Ley, se incorporó como atribución de la Secretaría de Agricultura en su artículo 3º la siguiente:

“XI.- Proteger la Biodiversidad de las variedades vegetales que son de dominio público, y que las comunidades tendrán el derecho de explotarlas racionalmente como tradicionalmente lo vienen haciendo; derecho que deberá expresarse claramente en el reglamento de esta ley”.

Con relación a esta disposición, en el Reglamento de la Ley Federal de Variedades Vegetales se establece:

“Artículo 5o.- En relación con lo dispuesto por la fracción XI del artículo 3º. de la Ley, las comunidades rurales tendrán, en todo tiempo, el derecho de utilizar y explotar comercialmente las variedades vegetales resultantes de su práctica, usos y costumbres.

Dichas comunidades permitirán el desarrollo de las actividades de investigación y estudio que sobre tales variedades vegetales lleven a cabo instituciones públicas y privadas para proteger la biodiversidad”.

Este concepto se retoma en la Ley de Semillas (LFPPCS) a través de la figura de las variedades de uso común²⁰, como se verá en un apartado más adelante.

El ámbito de la Ley Federal de Variedades Vegetales corresponde a variedades nuevas, y la protección tiene como propósito la exclusividad para fines comerciales. Los derechos de propiedad intelectual no se oponen a las disposiciones del Convenio de la Diversidad Biológica o al TIRFAA.

En el caso de las variedades vegetales de uso común, entre las que se incluyen las utilizadas por comunidades rurales cuyo origen es resultado de sus prácticas, usos y costumbres, los Derechos del Agricultor del TIRFAA (del que México no es parte), señalan que los agricultores tienen derecho a “*conservar, utilizar, intercambiar y vender material de siembra o propagación conservado en las fincas, con arreglo a la legislación nacional y según proceda*”.

Es decir, no hay restricción alguna para las variedades nativas, y solamente la venta de material de propagación de variedades protegidas, estaría limitada, mas no su utilización.

²⁰ Artículo 3 fracción XXIX de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas.

Es importante destacar que en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se menciona en la visión de futuro:

*“9. Aspiramos a un mundo en el que cada país disfrute de un crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible y de trabajo decente para todos; un mundo donde sean sostenibles las modalidades de consumo y producción y la utilización de todos los recursos naturales, desde el aire hasta las tierras, desde los ríos, los lagos y los acuíferos hasta los océanos y los mares; un mundo en que la democracia, la buena gobernanza y el estado de derecho, junto con un entorno nacional e internacional propicio, sean los elementos esenciales del desarrollo sostenible, incluidos el crecimiento económico sostenido e inclusivo, el desarrollo social, la protección del medio ambiente y la erradicación de la pobreza y el hambre; **un mundo en que el desarrollo y la aplicación de las tecnologías respeten el clima y la biodiversidad y sean resilientes**; un mundo donde la humanidad viva en armonía con la naturaleza y se protejan la flora y fauna silvestres y otras especies de seres vivos.”*

Por tanto, la complementariedad entre biodiversidad, tecnología y desarrollo, implica la necesidad de contar con regulaciones armonizadas entre los distintos ámbitos.

6.4.10. Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS)

Su objetivo es regular la producción de semillas certificadas, y los procesos de calificación de su calidad, así como la comercialización y puesta en circulación de semillas, definidas en un concepto amplio que incluye a cualquier parte de la planta susceptible de ser utilizada para la reproducción y propagación de las especies vegetales (excepto especies silvestres y forestales).

Entre las aportaciones de esta Ley, se encuentran:

- La creación del Sistema Nacional de Semillas
- La constitución del Fondo de Apoyos e Incentivos al Sistema Nacional de Semillas
- Los criterios para la definición de la Política en materia de semillas
- La creación del Catálogo Nacional de Variedades Vegetales
- La definición de Variedades Vegetales de Uso Común

El Sistema Nacional de Semillas (SINASEM), se establece como un mecanismo de articulación y consulta entre los distintos sectores vinculados con *“la conservación, investigación, producción, certificación, comercialización, fomento, abasto y uso de semillas”*, para participar en el diseño y evaluación de las acciones en materia de semillas.

El Sistema está conformado por autoridades, productores y comercializadores de semillas, obtentores, mantenedores, agricultores, investigadores y académicos, y cuenta con el soporte de Comités Consultivos Regionales y Estatales de Semillas, lo que permite la participación ciudadana y la definición de estrategias locales, regionales y nacionales.

En el caso de la incorporación del concepto de Variedades Vegetales de Uso Común, resultó novedoso en la legislación mexicana, y se refiere a:

*“XXIX. **Variedades Vegetales de Uso Común:** Variedades vegetales inscritas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales cuyo plazo de protección al derecho de obtentor conforme a la Ley Federal de Variedades Vegetales haya transcurrido, **así como las utilizadas por comunidades rurales cuyo origen es resultado de sus prácticas, usos y costumbres**”.*

Esta es la primera formalización jurídica de las variedades nativas, criollas o tradicionales que se utilizan en nuestro país, incorporándolas en las políticas públicas en materia de semillas para promover la investigación, y para su conservación y aprovechamiento.

Esta Ley enfatiza el desarrollo de capacidades nacionales en materia de semillas, y establece dentro de los objetivos de política:

“Artículo 16.- La política en materia de semillas tendrá como objetivos:

*I. Promover y fomentar la investigación científica y tecnológica para el mejoramiento y obtención de semillas, así como para **la conservación y aprovechamiento de variedades vegetales de uso común**”*

Es importante destacar que los procesos de calificación de semillas, así como de inscripción al Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), son voluntarios, no obligatorios.

Particularmente debe destacarse que la inscripción en el CNVV no concede ningún tipo de propiedad intelectual o restricción para su acceso, pero sí constituye un antecedente para el “estado de la técnica”, lo que constituye la referencia para la novedad para la protección de innovaciones. Es por tanto una forma de evitar la apropiación ilegítima de una variedad nativa o tradicional, ahora definida como variedad de uso común.

Bajo este esquema se han inscrito variedades de una treintena de cultivos, destacando nopal (61) y xoconostle (30), chile (59), cempasúchil (30), tomate de cáscara (32), Jatropha (26), aguacate (24), cacao (18), además de cultivos como romerito, verdolaga y chenopodium.

6.4.11. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados

El propósito de esta Ley consiste en regular las actividades de utilización, liberación y comercio de organismos genéticamente modificados (OGM), a fin de prevenir, evitar o reducir posibles riesgos a la salud, sanidad, medio ambiente o diversidad biológica.

La Ley reconoce entre los principios en materia de bioseguridad, la importancia de la diversidad genética de México:

“Artículo 9.- Para la formulación y conducción de la política de bioseguridad y la expedición de la reglamentación y de las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley, se observarán los siguientes principios:

I. La Nación Mexicana es poseedora de una biodiversidad de las más amplias en el mundo, y en su territorio se encuentran áreas que son centro de origen y de diversidad genética de especies y variedades que deben ser protegidas, utilizadas, potenciadas y aprovechadas sustentablemente, por ser un valioso reservorio de riqueza en moléculas y genes para el desarrollo sustentable del país”.

Establece como parámetros generales los mecanismos de “paso a paso” (para que cada OGM para su comercialización cubra satisfactoriamente los estudios de riesgo de las fases de liberación experimental y programa piloto), y de “caso por caso” (evaluación individual de cada OGM), bajo un enfoque precautorio, pero enfatizando el soporte técnico y científico de las evidencias disponibles.

Establece la posibilidad de determinar áreas geográficas con limitaciones a la utilización de organismos genéticamente modificados, para los casos de:

- Zonas que se consideren centro de origen y de diversidad, debiendo detallar las medidas de bioseguridad.
- Protección de procesos de producción de productos agrícolas orgánicos, cuando se acredite que resulta inviable su coexistencia.
- Áreas naturales protegidas, salvo para actividades de biorremediación.
- Régimen de protección especial del maíz.

Estas limitaciones deben ser publicadas mediante Acuerdos en el Diario Oficial de la Federación, como es el caso del “Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz”.

Llama la atención que es esta Ley establece definiciones para centro de origen y centro de diversidad genética:

VIII. Centro de origen: Es aquella área geográfica del territorio nacional en donde se llevó a cabo el proceso de domesticación de una especie determinada.

IX. Centro de diversidad genética: Es aquella área geográfica del territorio nacional donde existe diversidad morfológica, genética o ambas de determinadas especies, que se caracteriza por albergar poblaciones de los parientes silvestres y que constituye una reserva genética.

En el caso de maíz, se establece un régimen de protección especial:

Ley de Bioseguridad OGM:

“Artículo 2. Para cumplir su objeto, este ordenamiento tiene como finalidades:

[...]

XI. Determinar las bases para el establecimiento caso por caso de áreas geográficas libres de OGMs en las que se prohíba y aquellas en las que se restrinja la realización de actividades con determinados organismos genéticamente modificados, así como de cultivos de los cuales México sea centro de origen, en especial del maíz, que mantendrá un régimen de protección especial”.

Reglamento de la Ley Bioseguridad de OGM:

Artículo 70. La SAGARPA y la SEMARNAT deberán promover la conservación in situ de razas y variedades de maíces criollos y sus parientes silvestres a través de los programas de subsidio u otros mecanismos de fomento para la conservación de la biodiversidad, sin que ello implique autorización alguna para el cambio del uso de suelo de forestal a agrícola. Las dependencias señaladas en el párrafo anterior deberán fomentar el uso de semillas de maíces criollos en proyectos estratégicos que destinen su producción a mercados específicos y a la atención de oportunidades comerciales.

Esta referencia particular a las razas y maíces criollos, hace manifiesta la preocupación por la conservación y protección de la diversidad de maíz, y su valoración como símbolo social, económico, cultural y productivo, lo cual se reflejó finalmente en una legislación federal, tema que se trata en apartado más adelante.

6.4.12. Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo

Esta Ley tiene como propósito fundamental declarar al maíz nativo como manifestación cultural, y su protección y fomento.

Introduce diversos conceptos, entre ellos el de Maíz Nativo, que permitirá clarificar y armonizar la terminología:

“Artículo 2. Para los efectos de esta ley se entenderá por:

I. Bancos Comunitarios de Semillas de Maíz Nativo: Los centros de producción, selección, conservación y distribución de semillas de Maíz Nativo, que tienen por objeto su preservación y administración de forma colectiva, para su producción mediante sistemas tradicionales;

[...]

III. Diversificación Constante: Proceso evolutivo de domesticación continua mediante técnicas de agricultura nativa, que por milenios ha permitido una diversidad genética con variantes en tamaño, textura, color de mazorca y de grano con capacidad de adaptabilidad a condiciones climáticas amplias y versatilidad en usos;

IV. Conservación In Situ: Método para el mantenimiento y recuperación de especies de maíz domesticadas y cultivadas, en los entornos en los que hayan desarrollado sus propiedades específicas;

[...]

VI. Raza: Individuos o poblaciones que comparten características en común, de orden morfológico ecológico, genético y de historia de cultivo que permiten diferenciarlas como grupo;

VII. Maíz Nativo: Razas de la categoría taxonómica Zea mays subespecie mays que los pueblos indígenas, campesinos y agricultores han cultivado y cultivan, a partir de semillas seleccionadas por sí mismos u obtenidas a través de intercambio, en evolución y Diversificación Constante, que sean identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad”.

La aportación principal de esta Ley es darle visibilidad y contribuir a la valoración del Maíz Nativo, estableciendo la obligación del Estado para la conservación *in situ* del maíz nativo. También señala que se debe garantizar su acceso a la población para fines de alimentación, y el fomento de “*la sustentabilidad de los sistemas tradicionales de producción de Maíz Nativo en las áreas geográficas identificadas*” por parte de las autoridades (AGRICULTURA, SEMARNAT, Secretaría de Cultura, CONAM, principalmente, aunque con el apoyo de otras instancias, inclusive los propios productores.

Crea el Consejo Nacional del Maíz Nativo (CONAM), como órgano consultivo para la definición de políticas públicas y las acciones derivadas de la propia Ley para la investigación, producción de semillas, bancos comunitarios, y la difusión de conocimiento vinculado.

El principal reto que tendrá esta Ley, será el desarrollo de los instrumentos para la implementación eficaz de las estrategias plasmadas, para lo cual será fundamental la participación amplia de agricultores y comunidades, porque el maíz implica no sólo diversidad genética, sino cultural, de condiciones agroclimatológicas, organizacionales, de requerimientos y prioridades.

Esta Ley no incluye temas del acceso al Maíz Nativo como recurso genético, ni reconoce los derechos de los agricultores, ni establece que serán sujetos a compartir los beneficios que se puedan derivar de la investigación que sobre el Maíz Nativo se realice. Aunque habla de “sistemas tradicionales”, no refiere a la milpa, como sistema por excelencia que tiene como eje al maíz, pero con la asociación de otros cultivos nativos como frijol, calabaza, chile, amaranto y quelites.

Siendo México centro de origen y/o diversidad de muchos otros cultivos relevantes, queda aún más clara la necesidad de contar con un instrumento normativo que considere a los recursos fitogenéticos en su conjunto, “*para el acceso, conservación, protección, mejora y aprovechamiento sustentable, creando capacidades en las propias comunidades rurales, promoviendo la investigación y el desarrollo, incluyendo los mecanismos para la distribución de beneficios que se deriven del aprovechamiento de los recursos filogenéticos con los agricultores como poseedores y desarrolladores de esta diversidad en forma histórica*”, como se refiere en la consideración décima del Dictamen Positivo con Modificaciones de la Comisión de Desarrollo y Conservación Rural, Agrícola y Autosuficiencia Alimentaria a la Minuta Proyecto de Decreto por el que se expide la Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo.

6.5 CONCLUSIONES

Han transcurrido más de tres décadas desde la promulgación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, y la regulación mexicana ha ido evolucionando de los temas de agua y bosques, a la protección del medio ambiente, las acciones de mitigación del cambio climático, hasta la incorporación de referencias específicas de los recursos fitogenéticos, razas y variedades de maíz nativo.

Se han desarrollado capacidades e instrumentos técnicos y legales; entidades gubernamentales y mecanismos de coordinación; infraestructura específica; redes de colaboración y sistemas de información; se han implementado programas de investigación focalizados a este tema; se han suscrito acuerdos internacionales y se tienen resultados tangibles de estudios, trabajos de caracterización y potenciación, colecciones de recursos fitogenéticos, entre otros. Sin embargo, la línea que ha prevalecido en los últimos 15 años ha sido la protección bajo la óptica de los organismos genéticamente modificados.

Es así que el acceso está vinculado a la investigación sólo con fines científicos, la distribución de beneficios únicamente cuando se aplique en biotecnología, y la reciente Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo, solo establece que el maíz nativo y sus derivados deberán estar libre de OGMs.

Se han incorporado ya en las legislaciones diversos conceptos y principios, que requieren una visión integral, que considere las acciones y estrategias para el acceso e intercambio, conservación (tanto *in situ* como *ex situ*) y el aprovechamiento, no sólo con fines científicos, sino cualquier tipo de aprovechamiento sustentable, con el apoyo de los diversos instrumentos que permitan generar beneficios para así poder compartirlos con los poseedores.

El reconocimiento del derecho del agricultor, los mecanismos para permitir su participación en la toma de decisiones y no sólo para el otorgamiento de su consentimiento informado, las acciones para su empoderamiento, a fin de dotarlos de las capacidades necesarias para la negociación de condiciones justas y equitativas.

Las distintas regulaciones existentes tienen ámbitos específicos de atención; la intención de atender con una norma focalizada a una materia particular, los diversos elementos que inciden en la inquietud por proteger la riqueza genética del país, resultaría ineficaz.

Se requieren instrumentos complementarios, armonizados, que sumen a la visión integral y de largo plazo; debe haber balance entre los beneficios para los poseedores de los recursos genéticos y los desarrolladores de tecnología, puesto que sus intereses no son opuestos, sino que se entrelazan en una vinculación que debe favorecer al desarrollo económico, social y productivo del país.

El establecimiento de una Ley específica en materia de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, que defina políticas, principios y mecanismos de participación, de coordinación, de estrategia, parece el siguiente paso natural conforme la evolución de las distintas normativas y por la experiencia que México ha adquirido en los últimos años.

Desde luego, contar con una Ley sería un avance relevante, pero no suficiente. Se requiere ampliar y fortalecer las capacidades nacionales en las distintas áreas de desarrollo de los recursos fitogenéticos, instrumentos operativos, programas, incentivos y mecanismos que promuevan su estudio, mejora, conservación y aprovechamiento sustentable, definiendo claramente las competencias entre las distintas dependencias vinculadas.

La especial valoración que ha retomado en los últimos tiempos el reconocimiento de la sociedad sobre la gran riqueza genética de México, y el ímpetu de los diversos actores vinculados con este tema, debería constituir una oportunidad para la definición de un instrumento que proteja, promueva y garantice el acceso, conservación y potenciación de los recursos fitogenéticos, así como la retribución a los agricultores por su constante contribución.



6.6 BIBLIOGRAFÍA

- Cámara de Diputados. Dictamen Positivo con Modificaciones de la Comisión de Desarrollo y Conservación Rural, Agrícola y Autosuficiencia Alimentaria a la Minuta Proyecto de Decreto por el que se expide la Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo. Sistema de Información Legislativa. Secretaría de Gobernación. Marzo 18, 2020.
- Cámara de Diputados. Iniciativa que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, a cargo de la diputada María Felicitas Parra Becerra, del Grupo Parlamentario del Partido Acción Nacional. Gaceta Parlamentaria, Número 3387-IV, 10 de noviembre de 2011. LXI Legislatura del Congreso de la Unión.
- CDB. Directrices de Bonn sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios provenientes de su utilización. Secretaría del Convenio de la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-bonn-gdls-es.pdf>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Diario Oficial de la Federación 5-Febrero-1917, última reforma 8-Mayo-2020).
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (Diario Oficial de la Federación 7-Mayo-1993).
- Decreto por el que se aprueba el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (27/diciembre/1995)
- FAO. International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture inputs to High-level Political forum 2019. Annex 6. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/22024FAO_intergov_body__Annex_6_ITPGRFA.pdf
- FAO. Sharing the Benefits of Plant Genetic Diversity: The Benefit-Sharing Fund. 2020. <http://www.fao.org/3/ca7158en/CA7158EN.pdf>
- Ley Agraria (Diario Oficial de la Federación 26-febrero-1992; última reforma 25-junio-2018)
- Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Diario Oficial de la Federación 18/marzo/2005; última reforma publicada DOF 06-noviembre-2020)
- Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Diario Oficial de la Federación 7-Diciembre-2001; última reforma 12-Abril-2019).
- Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (Diario Oficial de la Federación 15-Junio-2007; última reforma 11-Mayo-2018).
- Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación 1-Julio-2020).
- Ley Federal de Variedades Vegetales (Diario Oficial de la Federación 25-octubre-1996; última reforma 9-Abril-2012).
- Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo (Diario Oficial de la Federación 13-abril-2020)
- Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación 6-junio-2012; última reforma publicada DOF 06-11-2020
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Diario Oficial de la Federación 28-Enero de 1988; última reforma 5-Junio-2018).
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (Diario Oficial de la Federación 29/dic/1976; última reforma publicada DOF 22-enero-2020)
- ONU. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Campesinos y de Otras Personas que Trabajan en las Zonas Rurales. Resolución aprobada por la Asamblea General el 17 de diciembre de 2018. A/RES/73/165. Enero 21, 2019.
- ONU. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Septuagésimo período de sesiones Temas 15 y 116 del programa 15-16301. A/RES/70/1. 21 de octubre de 2015
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos*. Extracto de la Resolución 8/83 del 22º periodo de sesiones de la Conferencia de la FAO. Roma, Italia. 5-23 de noviembre de 1983.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Noviembre 2001.
- Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. Diario Oficial de la Federación 30/05/2001
- Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica. Decreto Promulgatorio (Diario Oficial de la Federación 10-October-2014).
- Razas de Maíz en México, su origen, características y distribución. E.J. Welhausen et al. Abril, 1951.
- AGRICULTURA. Acuerdo por el que se crea el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Diario Oficial de la Federación 16-julio-2020.
- SAGARPA. Acuerdo por el que se dan a conocer las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, que se indican. Diario Oficial de la Federación 29-diciembre-2009.
- SAGARPA. Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz. Diario Oficial de la Federación 2-noviembre-2012.
- SEMARNAT. NOM-126 SEMARNAT-2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 20-marzo-2001.
- Tratado entre los Estados Unidos Mexicanos, los Estados Unidos de América y Canadá (Diario Oficial de la Federación 29-junio-2020).
- UPOV. Actes des Conférences Internationales pour la Protection des Obtentions Végétales 1957-1961. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Publicación UPOV No. 316. https://www.upov.int/edocs/pubdocs/fr/upov_pub_316.pdf
- WIPO. Budapest Notification No. 308. Budapest Treaty on the International Recognition of the Deposit of Microorganisms for the Purposes of Patent Procedure Communication by the Government of the United Mexican States Relating to the Acquisition of the Status of International Depositary Authority by the Colección de Microorganismos del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CM-CNRG). World Intellectual Property Organization. Agosto 25, 2015.



Este documento fue publicado por el
Servicio Nacional de Inspección
y Certificación de Semillas (SNICS).
Noviembre de 2020



México es miembro de la Comisión de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), por lo cual ha preparado el presente Informe Nacional a través del Punto Focal Nacional, como parte del proceso preparatorio del Tercer Informe Mundial sobre el estado y progresos realizados en materia de RFAA; además de proveer información actualizada del estado que guardan dichos recursos en términos de Conservación, Utilización y Creación de Capacidades.

